

**ANÁLISIS CRÍTICO DE SUSTENTABILIDAD
DEL SECTOR FORESTAL EN CHILE:
BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES
PERIODO 1985-2000**



**SERIE DE DOCUMENTOS TÉCNICOS
MAYO 2002**

EcoNATIVA **Profesionales del Desarrollo Sustentable**

EcoNATIVA es una institución sin fines de lucro, comprometida con la investigación y educación pública en tópicos relacionados con el medio ambiente y los recursos naturales. Su objetivo es proveer aquel conocimiento que ayude a la sociedad a tomar las mejores decisiones relativas al uso y preservación de dichos recursos y de la calidad medioambiental, particularmente en Chile y otros países en vías de desarrollo.

Reconociendo la compleja naturaleza de los tópicos señalados, EcoNATIVA incorpora técnicas de análisis multidisciplinario para sus estudios. Sus especialistas trabajan en tópicos tales como bosques, pesca, minería, energía, agua, biodiversidad, contaminación, cambio climático y desarrollo sustentable, y los relacionan con otros tales como regulación pública, riesgo, análisis ecosistémico y tecnología.

EcoNATIVA hace suyo el compromiso de entregar estudios y análisis de la más alta calidad profesional e independientes de visiones políticas o religiosas específicas. Su finalidad última es elevar el nivel del debate relativo a estos temas, apoyando a los tomadores de decisión relevantes, así como educando al público general en un área de indudable importancia dentro de un concepto moderno de desarrollo. Sus investigaciones son publicadas en medios escritos y electrónicos y su difusión se complementa a través de conferencias, seminarios y grupos de trabajo, promoviendo la generación de las mejores ideas para el logro de la sustentabilidad global.

AGRADECIMIENTOS

Esta iniciativa es la consolidación de numerosos esfuerzos emprendidos desde la año 1999, por lo cual expresamos nuestro agradecimiento a las instituciones y personas han participado, directa o indirectamente, en ella:

- Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile
- Facultad de Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral
- Corporación Nacional Forestal, CONAF
- Corporación Nacional del Medio Ambiente, CONAMA
- Instituto Forestal, INFOR
- Facultad de CienciaS, Universidad de Chile
- Banco Central
- Fundación Chile
- Mr. David Pearce, por su apoyo teórico inicial

LOS AUTORES



COORDINADOR **ALDO CERDA**

MSc en Economía Ambiental y de Recursos Naturales, University College London
Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile
Director de Políticas Públicas, EcoNATIVA
acerda@econativa.org

INVESTIGADORES



CAROLINA **ESTAY**

Ingeniero Civil Industrial,
Universidad de Chile
Investigadora Senior
(Valoración y Bosques)
cestay@econativa.org



ALEJANDRA **LE ROY**

Ingeniero Agrónomo,
Universidad Católica de Chile
Investigadora Senior (Cambio
Climático y Participación
Ciudadana)
aleroy@econativa.org



VALENTINA **LIRA**

Ingeniero Civil Industrial,
Universidad de Chile
Investigadora Senior
(Contaminación y Manejo
Forestal Sustentable)
vlira@econativa.org



ALEJANDRA **VALENZUELA**

Psicóloga, Universidad
Gabriela Mistral
Investigadora Senior (Capital
Social y Participación
Ciudadana)
avalenzuela@econativa.org

AYUDANTES DE INVESTIGACIÓN



EDUARDO CÁCERES

Ingeniero Civil Industrial,
Universidad de Chile
edacere@ing.uchile.cl



CAROLINA VERA

Ingeniero Civil Industrial,
Universidad de Chile
cvera@ing.uchile.cl

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| Capítulo 1 | |
| INTRODUCCIÓN: EL DESAFÍO DE LA SUSTENTABILIDAD | 1 |
| Capítulo 2 | |
| EL SECTOR FORESTAL EN CHILE: CARACTERIZACIÓN GENERAL | 3 |
| EL RECURSO FORESTAL | 3 |
| LOS AGENTES PRODUCTIVOS EN EL SECTOR FORESTAL | 6 |
| CHILE: LAS VARIABLES CLAVE QUE AFECTAN LA SUSTENTABILIDAD SECTORIAL | 7 |
| Capítulo 3 | |
| SUSTENTABILIDAD FORESTAL: DEFINICIONES Y OPERACIONALIZACIÓN | 9 |
| SUPUESTOS METODOLÓGICOS | 10 |
| Capítulo 4 | |
| BALANCES FÍSICOS DE LOS IMPACTOS EN LA CATIVIDAD FORESTAL | 17 |
| VARIACIÓN NETA DE LA BIOMASA DE PLANTACIONES: | |
| PINO RADIATA | 17 |
| VARIACIÓN NETA DE LA BIOMASA DE PLANTACIONES: | |
| EUCALYPTUS Y OTRAS ESPECIES | 19 |
| VARIACIÓN NETA DE LA BIOMASA DE BOSQUE NATIVO | 20 |
| GENERACIÓN DE EXTERNALIDADES | 24 |
| Capítulo 5 | |
| RESULTADOS: VALORIZACIÓN DE IMPACTOS 1985 - 2000 | 27 |
| VALORACIÓN DE LAS INVERSIONES EN FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN | 27 |
| VALORACIÓN DE CAMBIOS EN EL STOCK DE MADERA | 27 |
| VALORACIÓN DE LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO | 28 |
| VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO | 29 |
| VALORACIÓN DE OTRAS EXTERNALIDADES | 29 |
| VALORACIÓN AGREGADA: RESULTADOS FINALES | 30 |
| Capítulo 6 | |
| SUSTENTABILIDAD FORESTAL: LOS DESAFÍOS FUTUROS | 35 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1

| | |
|---|----|
| ANÁLISIS CRÍTICO DEL CONCEPTO, METODOLOGÍA Y ALCANCES EN LA DEFINICIÓN DE BOSQUES FRONTERAS | 41 |
|---|----|

Anexo 2

| | |
|--|----|
| CUENTAS AMBIENTALES Y BOSQUE NATIVO: EL FALLIDO EPISODIO DE SIMULACIÓN DEL BANCO MUNDIAL | 44 |
|--|----|

La preocupación por el medio ambiente se ha insertado en la agenda pública de casi todas las naciones desde el año 1987, cuando la Comisión Brundtland de Desarrollo y Medioambiente de las Naciones Unidas, acuñó el término “desarrollo sustentable”. La noción de que es necesario legar a las futuras generaciones una herencia de recursos naturales, físicos, humanos y culturales a lo menos similar a la que nosotros heredamos de la generación precedente, caló fuerte no sólo en el espíritu de justicia Rawlsioniana que se vivía en ese entonces, sino también en el mandato de acción que concluyó en la Conferencia de Río cinco años más tarde.

Aunque la noción de desarrollo sustentable expresada anteriormente es atractiva como definición general, se pueden identificar más de un centenar de interpretaciones de la misma en la literatura, lo que dificulta la operacionalización del concepto para efecto de direccionar las políticas públicas en esta área. Si lo anterior expresa una complejidad a nivel país, resulta fácil imaginar el desafío que se acomete cuando uno desea analizar la sustentabilidad a niveles o escalas menores, como son una región, un sector productivo o algún otro segmento de la actividad humana.

En Chile, la dificultad para operacionalizar el concepto de sustentabilidad ha sido particularmente adversa para el desarrollo del sector forestal, el que en la última década se ha caracterizado por un debate público álgido, en muchos casos carente de referentes científicos y con numerosos episodios de polarización. Así, a diferencia de otros casos emblemáticos de la agenda ambiental chilena como son la contaminación atmosférica, la disposición de residuos o la construcción de represas hidroeléctricas, en el caso del sector forestal la orientación central de las políticas públicas se ha agotado y en muchos casos ha perdido el rumbo de la maximización del bienestar para la sociedad.

La reciente iniciativa que modifica el proyecto de ley de fomento y protección del bosque nativo, la aparición de nuevos actores que han ayudado a acercar posiciones en las distintas instancias de diálogo y el fuerte desarrollo de las iniciativas de certificación voluntaria de manejo forestal sustentable, son las primeras señales esperanzadoras de un cambio de este *status quo*. A partir de estas valiosas experiencias de las cuales nuestra institución ha sido partícipe directa (Comisión Técnica Forestal, 2001; EcoNATIVA, 2001), surge la necesidad

de analizar con profundidad el tema de la sustentabilidad forestal, desde una perspectiva más técnica, que ayude a orientar los esfuerzos en esta área.

En razón de lo anterior, se definen como objetivos prioritarios de este trabajo los siguientes:

- Identificar un indicador de sustentabilidad forestal que sea operacional y que permita realizar mediciones del mismo en forma periódica.
- Determinar las magnitudes de las externalidades vinculadas a la producción forestal, derivadas de la inexistencia de mercados para los servicios ambientales de captura de carbono, conservación de biodiversidad, regulación hidrológica, protección de suelos, ecoturismo y otros.
- Determinar la evolución del indicador de sustentabilidad forestal para bosques nativos y plantaciones en el período 1985-2000.
- Identificar las áreas críticas de la gestión pública y privada que requieren modificaciones de orientación o alcance para mejorar el desempeño del sector forestal en el logro de la sustentabilidad.
- Proveer de información relevante en este ámbito a autoridades, académicos e investigadores independientes, consultores, administradores de recursos forestales, comunidades vinculadas al bosque y público en general, de modo de reducir la polarización en el debate, consensuar prioridades de acción y focalizar el esfuerzo futuro de investigación en esta área.

2

EL SECTOR FORESTAL EN CHILE: CARACTERIZACIÓN GENERAL

“Los árboles no dejan ver el bosque” aplica no sólo en términos de la sustentabilidad del sector forestal, sino también a la caracterización general del mismo. Existe una realidad totalmente diferente de las empresas vinculadas al uso de madera proveniente de plantaciones, de la de aquellas que se especializan en el manejo, producción y comercialización de productos derivados de bosques nativos.

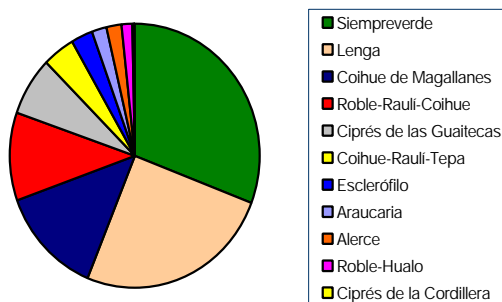
El sector forestal es el segundo exportador consolidado de Chile, con una participación relativamente estable del 13% del total nacional. El crecimiento de los envíos al exterior se ha triplicado en una década. En 1990, los envíos al exterior totalizaban 856 US\$m y se estima que para el trienio 2000-02 se situarán en el orden de los 2,3 US\$b anuales. Adicionalmente, diversos analistas estiman que las exportaciones alcanzarán los 3,6-4,2 US\$b hacia fines de esta década, lo que obedece a un aumento de volumen derivado de la industrialización y comercialización de la mayor disponibilidad de madera de plantaciones en el tiempo.

Aún cuando los envíos totalizan 98 países destinatarios, tres de ellos concentraron el 48% del valor durante el año 2001 (EEUU 25%, Japón 12% y China 11%). Las exportaciones se canalizan a través de 941 agentes con un portfolio de 385 diferentes productos, pero sólo uno de ellos, celulosa química, representa poco menos de la mitad de los mismos (www.aldeaforestal.cl).

EL RECURSO FORESTAL

Existen en Chile alrededor de 15.4 millones de hectáreas de bosques (una superficie equivalente a la suma de Portugal e Irlanda), lo que representa un 21% de la superficie continental del país. De ese total, 86% corresponde a bosque nativo y el resto a plantaciones (Pino radiata 74%, Eucalyptus 18%, Otras 8%).

Figura 1
Bosque Nativo por Tipo Forestal



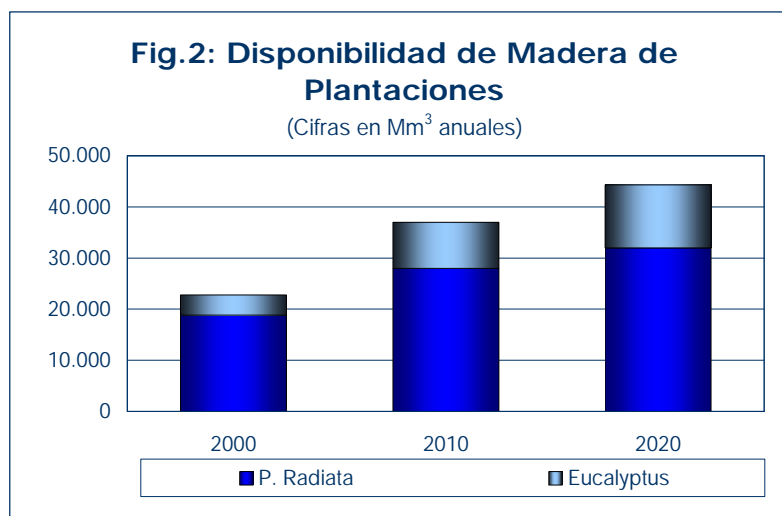
En el caso del bosque nativo, los principales tipos forestales son Siempreverde (31%), Lenga (25%), Coihue de Magallanes (13%) y Roble-Raulí-Coihue (11%), tal como se desprende de la Figura 1 (CONAF, 1997).

Aunque la relación de superficie entre bosque nativo y plantaciones es de 6 a 1, la industria forestal consume madera exactamente en la proporción opuesta, ya que el 85% proviene de plantaciones (Infor, 2001). Lo anterior obedece a la estructura de la industria forestal que se ha orientado masivamente al establecimiento y manejo de plantaciones por razones de rentabilidad, homogeneización, aceptación de las especies en el mercado y escala.

Las plantaciones forestales fueron establecidas intensivamente hasta mediados de la década pasada, con un promedio para la década que bordeó las 100 mil hectáreas anuales. Su penetración obedeció a una serie de factores estructurales que se pueden resumir como:

- Apertura de la economía chilena: hasta 1974, la economía chilena exhibió un pobre desempeño respecto al resto de las economías mundiales. Parte importante de este bajo performance obedeció a la existencia de numerosas trabas al libre comercio, tanto a nivel doméstico como internacional. Como resultado, la mayor parte de los productos primarios del bosque tenían regulaciones de precios que impedían alcanzar una rentabilidad mínimamente atractiva para los proyectos de forestación, los que además se veían naturalmente desfavorecidos por el largo plazo en que maduran sus retornos. Por esta razón, la mayor parte de las plantaciones de este período fueron establecidas por los gobiernos de la época, no por emprendimientos privados. La unilateral y agresiva apertura de la economía chilena al comercio internacional a partir de esa fecha permitió que el portfolio de distintos productos del bosque accediera a precios internacionales de mercado, lo que elevó la rentabilidad esperada de la forestación.
- Seguridad respecto al derecho de propiedad: tan importante como lo anterior resultó la promulgación del DL 701 en 1974, que aseguraba de manera irrestricta los derechos de los propietarios de terrenos que fueran forestados a percibir los retornos de su inversión. En proyectos de larga maduración como éstos, cualquier incertidumbre respecto al valor esperado de beneficios “lejanos” en el tiempo afecta de manera determinante la tasa de retorno de la inversión. Asegurar la apropiación de los beneficios de plantar bosques y lograr que aquellos dependan de precios de mercado y no de eventuales voluntades políticas de turno (las que habían sido altamente variables en las dos décadas anteriores), fue la clave básica para recuperar la confianza de los inversionistas privados.

- Incentivos focalizados a la forestación: desde la década del treinta, a través de la llamada “Ley de Bosques”, se había tratado de promover la actividad de forestación en el país a fin de asegurar la recuperación de suelos degradados por malas prácticas agrícolas y sustentar la producción de madera en el país. Los subsidios a la forestación de terrenos de aptitud forestal que por un periodo de veinte años promovió el DL 701 de 1974 eran, en términos de valor presente del proyecto, inferiores a los que consideraba la legislación anterior. Sin embargo, en lugar de eximir del pago total de impuestos a la renta a los ingresos provenientes de la cosecha de bosques plantados, el nuevo cuerpo legal promovió la entrega de un subsidio a suma alzada que representara una fracción importante del costo de forestación una vez que esta actividad hubiera demostrado un prendimiento exitoso. En tal caso, los proyectos disminuían de manera notable su riesgo inicial, lo que fue positivamente evaluado por los inversionistas, quienes masivamente respondieron a los incentivos.
- Competitividad: la apertura de los mercados demostró que especies como Pino radiata (*Pinus radiata*) competía favorablemente como fuente de materia prima para una serie de industrias, notablemente celulosa, papel, madera aserrada, tableros y otras, lo que determinó su masiva adopción por parte de propietarios forestales integrados. Ellos han continuado estableciendo una importante superficie de plantaciones cada año a fin de sustentar proyectos de desarrollo. La Figura 2 ilustra el potencial de abastecimiento de madera derivado de la expansión de la base de plantaciones para los próximos años.



FUENTE: Elaboración propia a partir de información base del Instituto Forestal

El recurso forestal nativo por otra parte, aún cuando abundante en superficie¹, no lo es tanto es disponibilidad de madera comercial, ya que dadas las características de su propiedad (fuertemente atomizada) y de las intervenciones que en el pasado se le ha hecho a la masa comercialmente accesible², éste se encuentra fuertemente degradado o en recuperación (existen 3,6 millones de hectáreas en estado de “renoval”, lo que es representativo de intervenciones masivas en el pasado).

LOS AGENTES PRODUCTIVOS EN EL SECTOR FORESTAL

El sector de plantaciones se caracteriza por la presencia de empresas que participan activamente en el competitivo mercado mundial de productos forestales. Dos de ellas concentran el 52% de la superficie de plantaciones (Arauco 32% y CMPC 20%), lo que se explica por su integración vertical a la industria de celulosa, la que requiere de escala y seguridad de abastecimiento (ambas compañías produjeron cerca de 2,275 Mton de celulosa durante el año 2001). No obstante lo anterior, existen numerosos otros oferentes de madera en el mercado abierto (alrededor de 8-10 MMm³ anuales de trozos y subproductos pulpables). Mención aparte le cabe a los exportadores de fibra para la producción de celulosa, los cuales han sustituido completamente su abastecimiento desde astillas de madera nativa de terceros a madera proveniente de plantaciones de Eucalyptus, la que en una proporción importante proviene de su propia reserva forestal (8-12 mil hectáreas es el tamaño típico de la unidad económica en este subsector).

Las principales empresas del sector plantaciones trabajan con tecnología de avanzada en distintas etapas del ciclo silvícola, siendo particularmente competitivas en biotecnología, cosecha de bajo impacto ambiental y optimización logística. Los agentes de menor tamaño, aún cuando menos intensivos en el uso de tecnología, disfrutaban de un ambiente de alta transferencia que facilita el mejoramiento continuo en el sector.

En el caso de las empresas que trabajan con bosque nativo, aparte de algunos agentes menores de elevado performance, en general se caracterizan por operaciones de baja escala, escasa capacitación de obreros y contratistas, uso de tecnologías superadas por el sector plantaciones hace más de una década y gestión ambiental ajustada como máximo al cumplimiento de los planes de manejo que se presentan a CONAF.

¹ A pesar de recientes hipótesis en sentido contrario, como las planteadas por Codeff (Neira, Verscheure y Revenga, 2002) a través del concepto de “bosques frontera”. En el Anexo 1 se presenta un análisis resumido de los alcances de esta definición y de sus debilidades conceptuales y operacionales.

² Las intervenciones características fueron del tipo floreo (extracción de los mejores árboles en un área, lo que en sucesivas etapas termina degradando la calidad del bosque regenerado), o quema para habilitación agrícola del suelo (el que por razones de competencia, muchas veces fue abandonado, permitiendo entonces la regeneración natural del bosque).

En resumen, existen analogías evidentes en las diferencias de gestión que se observan en los sectores industriales que son abastecidos por madera de plantaciones y aquellos abastecidos de madera nativa, con lo que ocurre en el uso, productividad, manejo y conservación de los recursos boscosos que les abastecen. Ello se explica no sólo por la integración vertical que existe entre la propiedad del recurso de plantaciones y la industria primaria y secundaria asociadas, ya que ello no es más que el reflejo de una razón económica de fondo: la rentabilidad, social o privada de un proyecto forestal, depende fundamentalmente de los plazos de rotación, al menos para tasas de descuento como las que se manejan en el sector (6-12% real). Así, la madera proveniente de plantaciones, para poder competir favorablemente con recursos madereros nativos ya formados por la naturaleza o por un manejo de antigua data (como el que se ha verificado en el caso de productores del hemisferio norte), necesita:

- Minimizar el costo de inmovilización del capital, a través de una mayor productividad por hectárea que reduzca el tiempo de cosecha
- Optimizar la relación entre un estricto control de los costos de establecimiento, manejo y administración de la base forestal, con los incrementos o decrementos de la productividad silvícola asociados
- Reducir la heterogeneidad en la calidad de la madera disponible, ya que de lo contrario se elevan los costos de selección y procesamiento posterior de los productos finales, y
- Constituir una masa crítica que permita no sólo el abastecimiento de una industria, sino que asegure el volumen necesario para emprender una adecuada comercialización de sus productos derivados frente a especies conocidas y ya establecidas en los canales tradicionales del mercado de productos forestales

La emergencia de más actores que operen en el sector bosque nativo con una orientación a la gestión de valor, que optimice el balance de uso y conservación del recurso disponible es hoy una tarea pendiente. El por qué los actores del sector plantaciones han evitado replicar en el bosque nativo su experiencia de gestión es un tema a desarrollar más adelante.

CHILE: LAS VARIABLES CLAVE QUE AFECTAN LA SUSTENTABILIDAD SECTORIAL

Desde el mismo momento en que las plantaciones comenzaron a masificarse en el país, comenzó una serie de cuestionamientos a lo que se percibió como un éxito de la política forestal de la época. Con la perspectiva del tiempo y a propósito de las periódicas reuniones que congregan a diferentes partes interesadas para el desarrollo de las iniciativas de certificación de manejo forestal sustentable, ha quedado en evidencia que un elemento no menor de estos cuestionamientos es que obedecían más a la crítica generalizada que ciertos sectores de la sociedad tenían del gobierno militar (1973-89), que a una auténtica controversia a nivel técnico respecto de las plantaciones en sí mismas.

La forestación con especies de rápido crecimiento tiene asociada una serie de externalidades positivas y negativas que son consideradas y ponderadas dentro del indicador de sustentabilidad forestal que se desarrolla en el Capítulo 3. La Tabla 1 resume estas externalidades.

Tabla 1: EXTERNALIDADES ASOCIADAS A PLANTACIONES

| POSITIVAS | NEGATIVAS |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Captura acelerada de carbono de la atmósfera, que mitiga el efecto invernadero y reduce el calentamiento global del planeta ▪ Mejora en el funcionamiento de ciertos ecosistemas, cuando las plantaciones han contribuido a incrementar la conectividad entre áreas aisladas de bosque nativo ▪ Recuperación de la productividad de suelos erosionados o degradados por inadecuadas prácticas agrícolas ▪ Mejoramiento de las condiciones estéticas y las oportunidades de esparcimiento cuando se forestan áreas previamente libres de vegetación de importancia ▪ Contribución al ciclo hidrológico, al disminuir la sedimentación de cursos y masas de aguas en sus orillas o pendientes adyacentes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Liberación de carbono a la atmósfera cuando las plantaciones se establecen en terrenos previamente cubiertos con bosque nativo ▪ Pérdida de biodiversidad cuando la plantación ha sustituido bosque nativo ▪ Disminución de la productividad del suelo cuando ciertas plantaciones son inadecuadamente manejadas ▪ Impactos estéticos negativos cuando no existe planificación adecuada de las cosechas que alteran significativamente el paisaje ▪ Alteraciones negativas del ciclo hidrológico cuando las plantaciones son establecidas en áreas con déficit hídrico o cuando reemplazan bosque nativo ▪ Mayor probabilidad de plagas o enfermedades cuando se masifica el monocultivo |

Como puede apreciarse, dos aspectos emergen como centrales para el análisis. Por una parte, el establecimiento de plantaciones tiene asociados numerosos beneficios privados y sociales. Ellos se reducen si la plantación se ha establecido reemplazando bosque nativo. Luego, es necesario ponderar el “peso” relativo de estos beneficios y costos, así como estimar la magnitud de la sustitución en el período. Sobre este último aspecto es donde se ha centrado el debate en los últimos años, con diversos episodios muy desafortunados, como es el caso del “supuesto” informe del Banco Central (para un detalle crítico, refiérase al Anexo 2). Afortunadamente, la última información disponible cuantifica de manera más realista este fenómeno y ello se explica en el Capítulo 4. Con respecto al primer aspecto, en el Capítulo 5 resumimos los avances de la literatura especializada y de nuestra propia investigación en esta área, que creemos ayuda a orientar de manera importante la dirección del debate de sustentabilidad forestal.

Uno de los problemas centrales del concepto de sustentabilidad, no sólo a nivel forestal que es un caso en sí mismo, es su operacionalización a través de indicadores que permitan a los gestores de políticas públicas tomar decisiones informadas y útiles para mejorar la calidad del medioambiente o asegurar la conservación de los recursos naturales.

Un primer y valioso esfuerzo lo constituyen sin duda, las denominadas “Cuentas Satélite”, que dan cuenta de la apreciación o degradación del capital natural en un determinado período de tiempo y que se usan para corregir el PIB, de modo de reflejar en forma más fidedigna los cambios en los niveles de ingreso per cápita de un país. Así por ejemplo, si un país basara enteramente su producción en la extracción de un mineral no renovable y no se produjeran nuevos descubrimientos de yacimientos en el tiempo, la cuenta satélite del sector minero indicaría una reducción del tamaño del stock de dicho mineral y el PIB corregido ambientalmente se reduciría, demostrando que un crecimiento económico del país siguiendo ese tipo de estrategia es menos atractiva en el tiempo de lo que el solo indicador del PIB pudiera indicar.

Sin embargo, existe relativo consenso entre los especialistas en relación con que la medición del así denominado “PIB verde” no es demasiado útil en sí misma. Un detalle de sus limitaciones puede encontrarse en Pearce y Barbier (2000), pero ellas pueden resumirse como:

- En primer lugar, el “PIB verde” no nos dice si un país, o un sector en particular, es sustentable o no, y eso es crítico. Lo anterior se produce porque el indicador no tiene un referente de origen o umbral que nos diga explícitamente cuando la degradación ambiental o la depreciación del capital natural ha sobrepasado el punto de no sustentabilidad³.
- En segundo lugar, no existe evidencia internacional que demuestre que la disponibilidad de este indicador introduzca cambios en el diseño de

³ Terram (2001a y 2001b) ha tratado de demostrar que ciertos sectores (salmonicultura, celulosa) no son sustentables a través de esta vía. Independientemente que sus estimaciones de degradación ambiental y agotamiento del capital natural sean muy discutibles, ellas señalarían la existencia de una “brecha ambiental” en ambos subsectores, pero ello no es indicativo de falta de sustentabilidad, como parecen concluir. Incluso asumiendo que sus estimaciones fueran correctas, uno podría demostrar que relacionando la descapitalización natural con la inversión neta en el subsector, ambos sectores habrían sido sustentables en el período por ellos considerado.

políticas públicas, ni menos que éstas se orienten en la dirección correcta.

Dado lo anterior, Pearce y Atkinson (1993) introdujeron un indicador que se basaba en la información generada anteriormente, pero que sí resolvía el problema de la referencia de sustentabilidad: el ahorro genuino.

El ahorro genuino es un indicador de sustentabilidad que se define como la diferencia entre el ahorro o inversión neta de un país y la valorización de la degradación/apreciación de los activos naturales y medioambientales. Si es positivo demuestra sustentabilidad débil y si es negativo, lo contrario. Ha sido adoptado por el Banco Mundial, quien lo informa periódicamente para más de un centenar de países. Un reciente trabajo de Figueroa y Calfucura (2002) muestra la evolución de este indicador en Chile para el período 1988-1997, concluyendo que el crecimiento del producto en ese período habría sido sustentable, aún cuando reconocen que ciertos elementos de la valorización no fueron incluidos, en particular, la situación de los bosques.

Así, nuestro objetivo aquí ha sido triplemente ambicioso: a) determinar los elementos críticos de la metodología a aplicar a un subsector de los recursos naturales en el país; b) determinar el ahorro genuino del sector forestal, específicamente para el subsector bosques naturales y plantaciones, en un período amplio de tiempo y c) proveer de un análisis consistente de los resultados, que permita priorizar la orientación de las políticas públicas en el ámbito del desarrollo sustentable del sector forestal.

Tal como se señaló en el Capítulo 1, el historial de desencuentros y descalificaciones en el sector forestal de la última década, determina la necesidad de que estudios como el presente sean extremadamente cuidadosos al momento de definir sus alcances, su metodología y los límites de validez de sus conclusiones. Por esta razón, se ha optado por aplicar un enfoque conservador a los supuestos de base de la modelación, los cuales se resumen a continuación.

SUPUESTOS METODOLÓGICOS

La expresión integral que denota el ahorro genuino de las distintas formas de capital (humano, social, natural o físico) de un sector específico puede expresarse como:

$$S_G = S - \partial K_m - \partial K_n - \partial K_h - \partial K_s + PV(T)$$

Donde S_G denota el ahorro genuino en un período de tiempo, S el ahorro o inversión bruta de ese período, ∂K_m la depreciación del capital físico, ∂K_n la depreciación o apreciación del capital natural, ∂K_h denota variación del capital

humano, ∂K_s depreciación o apreciación del capital social y finalmente $PV(T)$ describe el valor presente del cambio tecnológico como fuente de mayor bienestar para la población en el tiempo.

AHORRO BRUTO

En un sector tradicional, este ítem corresponde a las inversiones en activos físicos como maquinarias, equipos o construcciones que se hayan realizado en el período de tiempo considerado. En este caso, la apertura de cuentas nacionales disponibles al nivel del subsector de interés no permitía descomponer las partidas individuales⁴, por lo que se optó por contabilizar sólo las partidas de inversión en forestación y reforestación del período, lo que obviamente implica una subestimación de las inversiones reales en el período. Asimismo, para efectos de la contabilización de superficie plantada se ha trabajado sobre la base de la información del Instituto Forestal (2001), la cual descansa en los planes de manejo presentados a CONAF, los cuales excluyen las plantaciones realizadas en terrenos que no son de aptitud forestal, lo que nuevamente debe contabilizarse como fuente de subestimación de la inversión en el período.

DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL FÍSICO

Del mismo modo que no se contabilizó la inversión en capital físico depreciable en el período⁵, tampoco se imputó la partida correspondiente de depreciación, la cual es esperable que sea considerablemente inferior a la primera, habida consideración de la constante renovación de equipos y maquinarias llevada a cabo por los subcontratistas de las operaciones forestales en el último decenio.

APRECIACIÓN O DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL NATURAL

Para el caso de recursos naturales renovables, la ecuación básica que define la apreciación o depreciación del capital natural puede expresarse como:

$$\Delta K_n = R(H - B) + WTP P_{EXTERNALIDADES}$$

Donde H representa la cosecha forestal, B el crecimiento biológico de la biomasa en un período y R la diferencia entre los precios y los costos de extracción de la madera (es decir, la expresión mide el cambio de valor del stock de madera en los bosques).

Sin embargo, los bosques no sólo producen madera, sino que se caracterizan por su multifuncionalidad, es decir, por la provisión simultánea de numerosos servicios ambientales, sociales y económicos. Una ilustración del valor total de los mismos se expresa en la Tabla 2:

⁴ Silvicultura, extracción y transporte de productos forestales. Estas son de cuantía considerable dadas las importantes inversiones que se han verificado en el ámbito de la introducción de nuevas tecnologías en el sector, particularmente para las actividades de cosecha y transporte forestal.

⁵ El denominado "man-made capital".

Tabla 2: VALOR ECONÓMICO TOTAL DE LOS BOSQUES

| VALOR DE USO | | | VALOR DE NO USO |
|---|--|---|--|
| Directo | Indirecto | Opción | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Madera ▪ Productos no madereros ▪ Recreación ▪ Base de selección genética ▪ Educación ▪ Hábitat humano | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciclo de nutrientes ▪ Regulación hídrica ▪ Reducción de contaminación ▪ Regulación de microclimas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso futuro directo ▪ Id. indirecto | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Legado ▪ Existencia |

Tal como se desprende de la Tabla 2, gran parte de las funciones de los bosques no disponen de mercados donde expresarse, lo que en economía se denomina externalidades. Una correcta valoración integral de los servicios de bosques naturales y plantaciones exige la identificación de dichas externalidades, la cuantificación de las mismas ($P_{EXTERNALIDADES}$) y su valoración (WTP)⁶.

En los capítulos 4 y 5 encontramos la identificación explícita de las externalidades positivas y negativas vinculadas a bosques nativos y plantaciones y los supuestos empleados para su valoración en el tiempo.

APRECIACIÓN DEL CAPITAL HUMANO

En general el capital humano crece, dado que el conocimiento no desaparece, salvo en situaciones excepcionales⁷. Para esta partida suele utilizarse la información del gasto corriente en educación. Sin embargo, ello no es tan aplicable en el caso de análisis de sustentabilidad sectorial, porque no es claro el porcentaje del gasto total en educación que debería “tributar” a cada sector de actividad económica. Adicionalmente uno debería incluir el gasto en capacitación, lo cual no ha sido incluido en este caso por falta de información, pero que en caso de incorporarse debería idealmente considerar un ponderador que diera cuenta de la efectividad del aprendizaje⁸.

APRECIACIÓN O DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL SOCIAL

El capital social da cuenta de la capacidad que tiene un sistema social para crear valor, a partir de las relaciones de confianza, cooperación y reciprocidad de sus miembros. El concepto fue desarrollado a partir de los trabajos de Putnam (1993)

⁶ WTP: willingness to pay. La disposición a pagar de las personas por la provisión de un determinado bien o servicio, refleja el cambio en su nivel de bienestar derivado de un cambio en la disponibilidad del mismo (Pearce y Barbier, 2000)

⁷ Como sería el caso de la pérdida de alguna fuente de conocimiento tradicional vinculado al hábitat de grupos étnicos que sean desplazados a localidades donde este conocimiento no puede replicarse ni transmitirse en el tiempo.

⁸ Igual situación ocurre para el caso de educación general.

y la investigación en esta área se ha desarrollado vertiginosamente en la última década⁹.

El principal problema con el concepto de capital social es metodológico: ¿cómo se mide? Aunque existen varias experiencias a escala local en Estados Unidos, Canadá, Europa y Australia, los indicadores utilizados son más bien cualitativos¹⁰ y resulta difícil aventurar a partir de ellos un ejercicio de valorización de sus resultados, razón por la cual se ha optado por no considerarlo para efectos del presente trabajo.

A modo general, es necesario señalar que aún cuando nuestros investigadores tienen una visión negativa de la situación del capital social en Chile (ver Box adjunto), no es menos cierto que en el ámbito forestal, particularmente a partir del desarrollo de iniciativas de certificación de manejo forestal sustentable, se han creado redes de trabajo, consensos amplios y difusión de conocimientos relativos al tema de la sustentabilidad, que determinan, al menos para el último quinquenio, una positiva evolución de esta fuente de capital.

Box 1:

EDUCACIÓN, CAPITAL SOCIAL Y SUBDESARROLLO EN CHILE

En recientes artículos de opinión, diversos analistas han expresado su preocupación por el efecto que tiene para el potencial de desarrollo de Chile la baja calidad de la educación. En efecto, un estudio del nivel lector desarrollado por la OECD determinó que más del 80% de nuestra población entre 16 y 65 años no entiende lo que lee. Asimismo, el Tercer Estudio Internacional de Ciencias y Matemáticas (TIMSS) demuestra que los alumnos chilenos de octavo básico obtienen el tercer peor resultado comparativo en Matemáticas entre 38 países y que sólo un 7% de los estudiantes de ramos científicos cuenta con profesores que tienen confianza en sus conocimientos para enseñar.

A partir de los resultados anteriores se han planteado diversas alternativas de solución, donde prima en general la tendencia a favorecer un mayor nivel de gasto en educación, el cual se financiaría vía nuevos tributos, derivación de rentas provenientes de nuevas privatizaciones o reducción del gasto militar. A pesar de compartir la preocupación que ha dado origen al debate, creemos que dos aspectos centrales del problema han estado ausentes del análisis: a) la relación entre productividad y capital humano es más compleja y multivariada, y b) la efectividad del uso de mayores recursos en educación no está garantizada.

Analicemos el primer elemento. En 1997 el Banco Mundial publicó su influyente estudio "Expanding the Measure of Wealth". Su conclusión más importante fue que la inversión en activos físicos y la disponibilidad de recursos naturales eran importantes para el crecimiento económico de los países, pero que las personas importaban más (en el caso de los países desarrollados, el valor de sus recursos humanos representaba un 73% de la riqueza total, los activos físicos un 24% y los recursos naturales un 3%). El valor de los recursos humanos está determinado fundamentalmente por el capital humano individual (educación y capacitación) unido al de capital social (confianza, cooperación y reciprocidad entre los miembros de una sociedad).

⁹ Para una buena recopilación del estado del arte en esta área, ver Banco Mundial (2000).

¹⁰ En Chile, el informe del PNUD (2000) incluye antecedentes cualitativos en esta área.

¿Cómo califica nuestro país? En relación con capital humano, Chile salía relativamente favorecido por el hecho de que se asoció su nivel de efectividad educacional con el gasto en educación, el que mostraba un sostenido aumento en los años precedentes. Como hemos visto sin embargo, los antecedentes disponibles demuestran que la calidad de la enseñanza ha sido y continúa siendo muy deficiente.

Nuestra situación país en relación con capital social es incluso menos halagüeña. Los resultados del Informe PNUD 2000 demuestran que existe una fractura entre desarrollo y cultura de la innovación, la que se deriva fundamentalmente de la poca tolerancia a la diversidad que exhibe nuestra sociedad. En Ecología se sostiene que los ecosistemas más diversos son más resilientes, es decir, más flexibles y adaptados al cambio, por disponer de un conjunto mayor de genes, especies e interrelaciones. Lo mismo ocurre al nivel de las estructuras sociales, donde una mayor diversidad favorece la estabilidad de una sociedad.

Cambiar los componentes de un capital social deficitario posiblemente excede las posibilidades y capacidades reales de quienes diseñan las políticas públicas en nuestro país, por lo que resulta razonable concentrarse inicialmente en el aspecto educacional. Ahora bien, si un 80% de la población adulta no entiende lo que lee, es claro que la responsabilidad estructural del cambio pasa por el 20% remanente. Sin embargo, gran parte de este segmento ha derivado en una cultura caracterizada por el exitismo, el individualismo y la no-colaboración social. Las presiones que enfrentan los padres en esta escalada les impiden destinar tiempo real para la educación de sus hijos y menos aún favorecer relaciones significativas con quienes pueden tener una visión diferente de cómo enfrentar el mundo. Los sustitutos empleados los reducen entonces a actuar como consumidores desinformados frente a los colegios y a otras instituciones de carácter social, eludiendo el compromiso que demanda una sociedad vital.

Así, nuestra falta de capital social unido a la monocultura predominante, determina una falta de cohesión estructural para promover un ambiente adecuado para la potenciación de las habilidades de nuestros niños y jóvenes y ello se traducirá más temprano que tarde en un estancamiento de nuestra capacidad de desarrollo económico y social.

Resulta políticamente correcto declararse preocupado por la educación y promover ciertos consensos básicos en el diagnóstico de las causas y en la identificación de cursos de acción para enfrentar la crisis educacional. Lamentablemente, nuestra mayor deficiencia se encuentra en la carencia de suficientes administradores efectivos del cambio. Los profesores tienen su cuota de responsabilidad por el sistemático y deficiente performance educacional de nuestra sociedad, pero ante ello han reaccionado a nivel gremial en forma agresiva, oponiéndose a mediciones comparativas, evitando la diferenciación de incentivos por resultados y concentrándose casi exclusivamente en reclamaciones salariales, las que según un estudio de la Universidad de Chile son hoy menos justificables que antaño, dado que su ingreso promedio es equivalente al de otros profesionales de similar formación, sin mencionar que con tal desempeño productivo en otras áreas estarían probablemente desempleados.

Aceptar que las limitaciones del performance educacional de nuestro país son producto de nuestro bajo nivel relativo de ingreso per cápita o promover el direccionamiento de mayores recursos a la educación probablemente puedan ser objetos de un consenso nacional amplio, pero ello no asegura de modo alguno que seamos capaces de revertir nuestra deficiencia estructural, ya que en primer lugar el desempeño educacional no tiene que ver necesariamente con el nivel de ingresos: la República Checa que tiene un PIB per cápita similar al nuestro muestra índices excepcionales en el estudio OECD, similares a los de Suiza.

En segundo lugar, no existe evidencia que demuestre que el sistema educacional chileno sea eficiente en el uso de los mayores recursos disponibles, ya que sólo a partir del 2002 podremos saber del SIMCE de cuarto básico cómo ha sido la evolución de la calidad de la educación, y además se tiene que los alumnos de colegios particulares, en quienes se gasta

cerca de cinco veces más que quienes estudian en establecimientos públicos, obtienen rendimientos sólo un 15 a 20% mejores en las mediciones efectuadas.

En tercer lugar, no existe correlación positiva entre mayor gasto y efectividad escolar: tanto los resultados del TIMSS como los de performance latinoamericano de la UNESCO demuestran lo contrario. Como otro estudio de la Universidad de Chile demostraba contundentemente, las variables psicosociales (cuán bien se sienten los alumnos en sus colegios), son determinantes en los resultados SIMCE.

En los últimos años, el gobierno ha procedido correctamente en el campo educacional en varias áreas: 1) al promover en la educación superior una mayor disponibilidad de profesionales doctorados, que por la vía de la investigación eviten las prácticas del “copy paste” de técnicas sin contexto cultural de aplicación; 2) al privilegiar la educación preescolar, que asegura mayor igualdad de oportunidades en una etapa clave del desarrollo individual; y 3) al incorporar decididamente al país a pruebas internacionales reconocidas de medición de la calidad de enseñanza, que revelen nuestra capacidad de competir en el futuro en un contexto crecientemente competitivo y donde la agregación de valor radica inexorablemente en las propias capacidades de las personas. Sin embargo, el esfuerzo país en el área educacional demanda un acuerdo global aún mayor por parte de los actores relevantes, donde debe reconocerse que el desafío excede nuestra capacidad profesional hoy disponible; donde deben abrirse ciertas mentes a las lecciones exitosas de otras experiencias internacionales; y donde deben consensuarse los indicadores de efectividad de las estrategias implementadas a fin de no distraer esfuerzos en la mitad de un proceso que tiene decididamente carácter de largo plazo y en el que sólo nuestros descendientes apreciarán si fuimos dignos gestores de nuestro futuro.

Fuente: EcoNATIVA, Temas a Fondo N°2 (Edición Julio, 2002)

CAMBIO TECNOLÓGICO

La corrección a la contabilidad nacional por efecto del impacto que tiene el progreso tecnológico como vehículo para aumentar el bienestar de las personas, puede ser de magnitud significativa. Las estimaciones varían entre 0 y 40% del PIB, dependiendo de si este cambio es endógeno o exógeno. Para un mayor detalle, sugerimos revisar Pearce *et al* (2000), Weitzman y Löfgren (1998) y Hamilton, Atkinson y Pearce (1998). En cualquier caso, resulta prácticamente inviable separar a nivel de un sector específico este efecto, por lo que en términos prácticos se ha obviado para efectos del presente trabajo.

CONCLUSIONES

El análisis de los componentes conceptuales del indicador de ahorro genuino demuestra la enorme brecha que media entre lo que ha sido la tónica general del debate en el sector forestal en la última década y los desafíos concretos que tiene el tratar de operacionalizar el concepto de sustentabilidad sectorial.

Nuestro análisis adopta conscientemente un enfoque precautorio en su preparación metodológica, donde las partidas que no han sido consideradas en la medición actual tienen invariablemente una misma dirección de cambio: en caso de poder contabilizarse a futuro, todas ellas darán cuenta de un mejoramiento de la cuantía del indicador de sustentabilidad.

El siguiente capítulo ilustra específicamente el tratamiento de las partidas consideradas. Su agregación en la conformación de resultados se presenta en el Capítulo 5.

4

BALANCES FÍSICOS DE LOS IMPACTOS EN LA ACTIVIDAD FORESTAL

Tal como se desprende de la ecuación básica de apreciación o depreciación de los recursos naturales renovables presentada en el Capítulo 3 ($\Delta K_n = R(H-B) + WTP P_{EXTERNALIDADES}$) los elementos físicos claves en el balance de sustentabilidad para el sector forestal vienen dados por el crecimiento de la masa forestal en un período, la cosecha en ese mismo intervalo de tiempo y la generación de externalidades derivada de la actividad forestal. Cada uno de esos elementos será analizado a continuación, especificando en detalle los supuestos metodológicos y de información disponible, de modo de asegurar la replicabilidad de los resultados de este estudio en investigaciones posteriores.

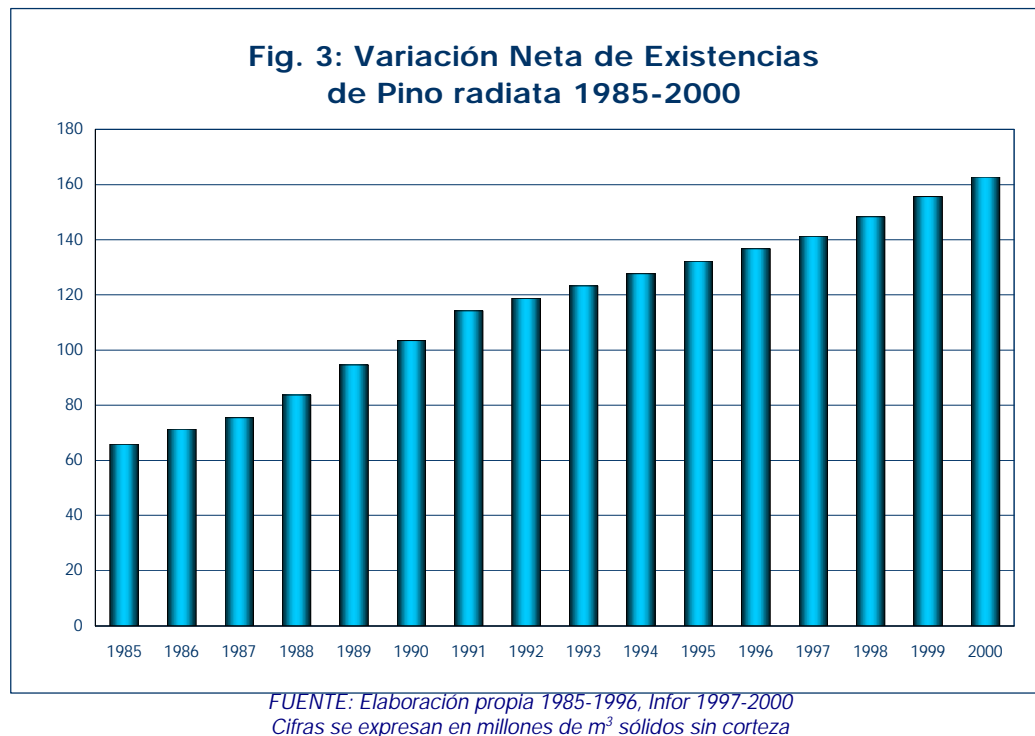
VARIACIÓN NETA DE LA BIOMASA DE PLANTACIONES: PINO RADIATA

Aún cuando la información estadística disponible en el sector forestal se encuentra mucho más desarrollada para el sector plantaciones, sólo para los últimos cuatro años existe información confiable del nivel de existencias totales de Pino radiata, por lo que fue necesario realizar un exhaustivo trabajo de recopilación de información de superficie distribuido por clase de edad y manejo silvícola asociado en distintos estadios según región (bases de datos regionales Infor de 1989, 1991, 1997, 1999). La información de cosechas anuales en volumen que Infor registra anualmente por región fue traducida a superficie a partir de proporciones diferenciadas de manejos silvícolas asociados (hasta 1994 plantaciones sin manejo o con raleo, desde 1995 en adelante pierde importancia la superficie sin manejo y aumenta la con raleos y la con podas y raleos). Las edades medias de cosecha por tipo de manejo considerado fueron de 18 años (sin manejo), 20 años (manejo con raleos) y 23 años (manejo con podas y raleos).

Las existencias se disponen al nivel de volumen total y por nivel agregado de productos: podado, aserrable nudoso grueso ($\phi_{\text{MINIMO}} > 24$ cm), aserrable delgado ($\phi_{\text{MINIMO}} > 18$ cm) pulpable. Las tablas de rendimiento corresponden a las del modelo de simulación Radiata desarrollado por Fundación Chile y las principales empresas del sector desde hace más de una década. El índice de sitio medio considerado fue 25 para las regiones V a VII y 28 para las regiones VIII a X.

Finalmente, la información de superficie incendiada se extrajo de las estadísticas de CONAF más información de daño proporcionada por las empresas a Infor en

la elaboración de los proyectos de disponibilidad de madera de plantaciones, mientras que la superficie de nuevas plantaciones se extrajo de la información pública disponible de Infor y CONAF, pero no es tan relevante para el incremento de las existencias comerciales en el período, ya que el volumen de un rodal crece en su porción más significativa entre los 15 y los treinta años.



La Figura 3 ilustra los resultados obtenidos de existencias de existencias comerciales de madera de Pino radiata para el período 1985-2000. Las existencias netas (aumento de la biomasa por forestación y crecimiento volumétrico en el tiempo, menos cosecha) han experimentado un significativo incremento de 2,5 veces en el período, lo que eleva el potencial sostenible de corta futura a niveles superiores a los 30 MMm³ anuales, lo que se constituye en uno de los pilares fundamentales del potencial productivo del país en el ámbito del mercado de productos forestales.

VARIACIÓN NETA DE LA BIOMASA DE PLANTACIONES: EUCALYPTUS Y OTRAS ESPECIES

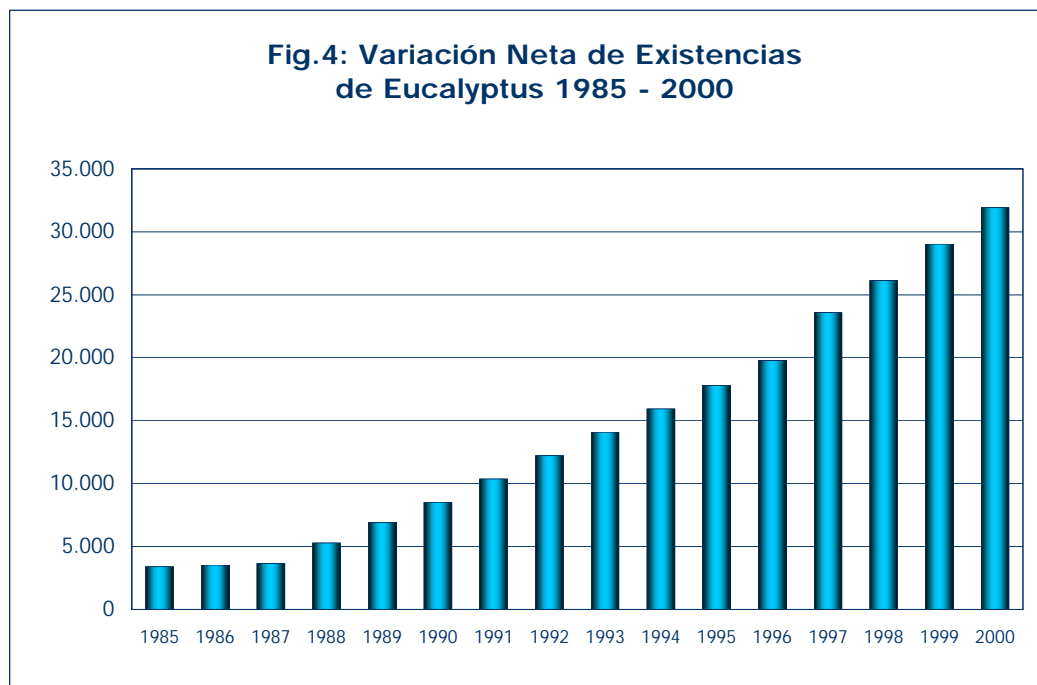
Para el caso de las plantaciones de Eucalyptus, se ha trabajado sobre la base de la información de inventarios de Infor de los años 1987, 1995, 1996 y 1997. Para el caso de distinguir entre plantaciones de Eucalyptus *globulus* y *nitens*, se ha trabajado sobre la base del modelo X1 de Infor más tablas de rendimientos de empresas del sector, las que además facilitaron un catastro de rendimiento de propietarios pequeños entre las VII y IX regiones, los que muestran rendimientos considerablemente menores a los anteriores, lo que se explica fundamentalmente por la inadecuada adaptación de Eucalyptus *globulus* a zonas de baja disponibilidad hídrica, baja calidad de suelos y presencia de heladas, como resulta característico de las zonas del valle central de la mayor parte de esas regiones.

En este caso se tiene un solo tipo de producto, rollizo pulpable, que está destinado a proyectos de celulosa de fibra corta en el país o a reemplazar las exportaciones de astillas de madera nativa, con las cuales esta fibra compite muy favorablemente dada su homogeneidad, calidad y densidad.

Los resultados del volumen total de existencias de Eucalyptus se ilustran en la Figura 4, la que muestra de manera elocuente el fuerte impacto en la disponibilidad futura de madera de fibra corta proveniente de plantaciones que el país exhibirá a partir de mediados de esta década, las que, de no mediar incrementos adicionales al crecimiento promedio de forestación, deberían permitir sustentar un volumen anual de cosecha que podría variar entre 9 y 12 MMm³.

Otras especies que se han establecido en el país en este período son Pinus *ponderosa* (IX a XI regiones), Douglas *fir* (Pino oregón, VIII a XI regiones), Pinus *contorta* (XI región), Álamo (*populus*, V a X regiones), Eucalyptus *regnans* y *delegatensis* (VI a X regiones), más diversas especies nativas a escalas menores. Aún cuando valiosas como experiencias de posible desarrollo futuro, ellas no han sido consideradas para efectos de la presente contabilización de superficies y volúmenes comerciales, por cuanto su importancia en el contexto forestal chileno todavía es muy limitada y no existe información disponible que dé cuenta en forma confiable de stocks disponibles.

Fig.4: Variación Neta de Existencias de Eucalyptus 1985 - 2000



*FUENTE: Elaboración propia 1985-1996, Infor 1997-2000
Cifras se expresan en miles de m³ sólidos sin corteza*

VARIACIÓN NETA DE LA BIOMASA DE BOSQUE NATIVO

Tal como se señaló al final del Capítulo 2, las variaciones en las existencias de bosque nativo han sido objeto de un árido debate desde principios de la década de los noventa, teniendo como “hito” el ejercicio de simulación del Banco Central que se hizo público y que esta institución invalidó después de constatar las serias deficiencias conceptuales del trabajo (para un análisis crítico, ver Anexo 3). Tras ese episodio, el Banco Central “congeló” en gran medida el desarrollo de las Cuentas Satélites de la Contabilidad Nacional. En 1996, un trabajo de Emanuelli (1996), permitió que CONAF formalizara estimaciones más realistas de las intervenciones que afectan negativamente la superficie de bosque nativo. Un paso adicional se logró hacia fines del año 2000, cuando un trabajo conjunto del Banco Central con el Departamento de Cuentas Forestales de CONAF produjo una metodología para cuentas ambientales en unidades físicas de los recursos forestales. Sobre la base de ese estudio se ha trabajado para efectos de la presente modelación.

La definición de bosque nativo es la utilizada para el Catastro: “ecosistema natural en el cual el estrato arbóreo está constituido por especies nativas con una altura mayor de dos metros y cobertura de copas superior a 25%”. La clasificación de las existencias de bosque nativo entregó las categorías que se describen en la Tabla 3, considerando variables intrínsecas del bosque y pendiente del suelo.

Tabla 3: CLASIFICACIÓN DE EXISTENCIAS DE BOSQUE NATIVO

| Atributos | COMERCIAL | POTENCIALMENTE PRODUCTIVO | PROTECCIÓN | SNASPE |
|--------------------------------|---|---|---|--|
| Estructura | <ul style="list-style-type: none"> Bosque adulto Bosque adulto-renoval Renovales | <ul style="list-style-type: none"> Bosque adulto Bosque adulto-renoval Renovales | <ul style="list-style-type: none"> Bosque adulto Bosque adulto-renoval Renovales Achaparrados | <ul style="list-style-type: none"> Todas las estructuras |
| Densidad | <ul style="list-style-type: none"> Denso y semidenso | <ul style="list-style-type: none"> Denso, semidenso y abierto | | <ul style="list-style-type: none"> Todas las densidades |
| Altura | <ul style="list-style-type: none"> Adulto y adulto-renoval > 12 m Renovales > 8 m | <ul style="list-style-type: none"> Adulto y adulto-renoval > 12 m Renovales < 8 m | <ul style="list-style-type: none"> Bosque adulto-renoval entre 8 y 12 m | <ul style="list-style-type: none"> Todas las alturas |
| Composición | <ul style="list-style-type: none"> Todas las categorías, excepto especies protegidas | <ul style="list-style-type: none"> Todas las categorías, excepto especies protegidas | <ul style="list-style-type: none"> Todos los tipos forestales y el subtipo mirtáceas | <ul style="list-style-type: none"> Todos los tipos forestales |
| Pendiente del Suelo | <ul style="list-style-type: none"> Menor a 60% | <ul style="list-style-type: none"> Menor a 60% | <ul style="list-style-type: none"> Mayor a 60% | <ul style="list-style-type: none"> Todas |
| Otras Características | | | <ul style="list-style-type: none"> Limitada presencia o fragmentación | |
| Restricciones Legales Vigentes | | | <ul style="list-style-type: none"> Especies declaradas monumento nacional | <ul style="list-style-type: none"> Bosque del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas |

FUENTE: Banco Central y CONAF (2000)

Los bosques nativos se ven afectados tanto en su superficie disponible como en la calidad del stock de madera y el funcionamiento de su multifuncionalidad por una serie de acciones antrópicas que se detallan a continuación:

ACCIONES QUE ALTERAN LA CALIDAD DEL BOSQUE

- Manejo silvícola: extracción de los árboles de menor calidad de un rodal de manera de incrementar la disponibilidad de agua, nutrientes y energía solar en los mejores individuos, de modo de incrementar el valor de la cosecha maderera.
- Floreo: cortas parciales que extraen los mejores individuos de un rodal y por ende empobrecen la calidad del bosque residual.
- Incendios parciales: siniestros que alteran la calidad del bosque, pero no significan cambios significativos en la superficie forestada.

ACCIONES QUE INCREMENTAN LA SUPERFICIE DE BOSQUES

- Recuperación: cuando el ecosistema forestal no es reemplazado a través de una cosecha o incendio, se inicia un proceso de recuperación natural de la superficie cubierta de bosques a partir de semillas y retoños.

ACCIONES QUE DISMINUYEN LA SUPERFICIE DE BOSQUES

- Incendios: corresponde a siniestros severos donde gran parte de los árboles muere por la acción del fuego.
- Habilitación: corresponde a la acción de eliminar la totalidad de los árboles del bosque a fin de ocupar el suelo para cultivos agrícolas o en praderas para la crianza de ganado.
- Sustitución: corresponde al reemplazo del bosque nativo original por plantaciones forestales, generalmente de especies exóticas de rápido crecimiento.
- Corta ilegal: corresponde a una cosecha intensiva de los árboles del bosques que no cuenta con la autorización de la autoridad competente (CONAF, a través de la aprobación de un Plan de Manejo), y donde generalmente no se aseguran las condiciones para una rápida y adecuada regeneración del bosque.

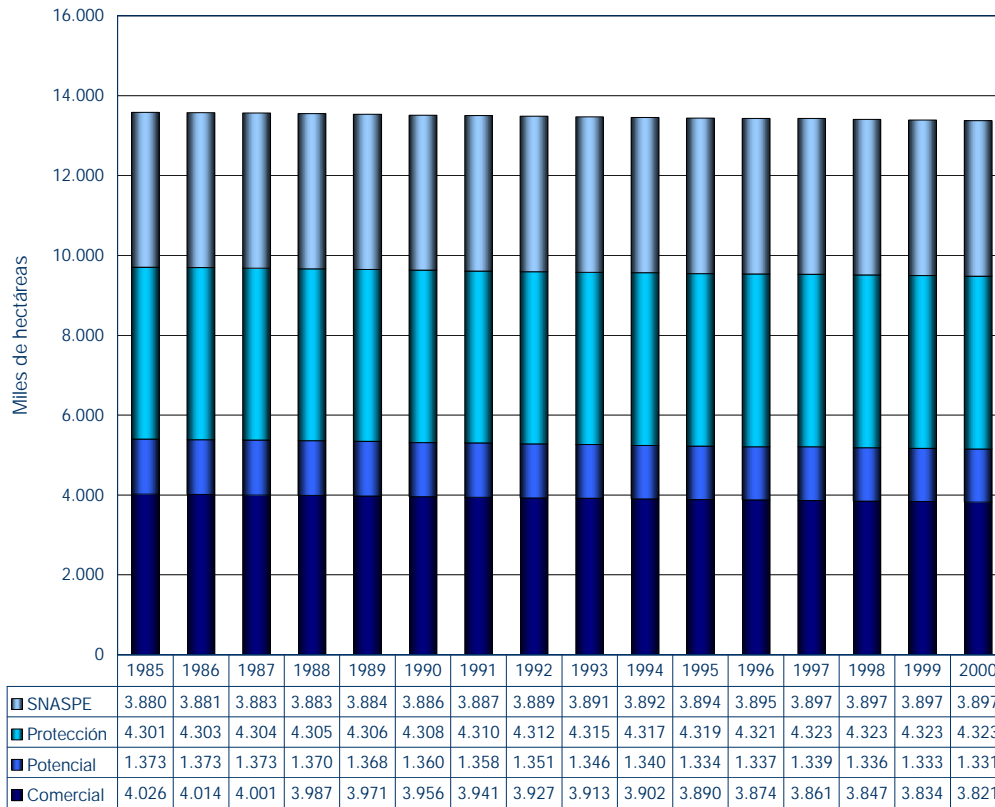
La variación neta de superficie de bosque nativo en el periodo se resume en la Tabla 4.

Tabla 4: VARIACIÓN NETA BOSQUE NATIVO 1985-2000

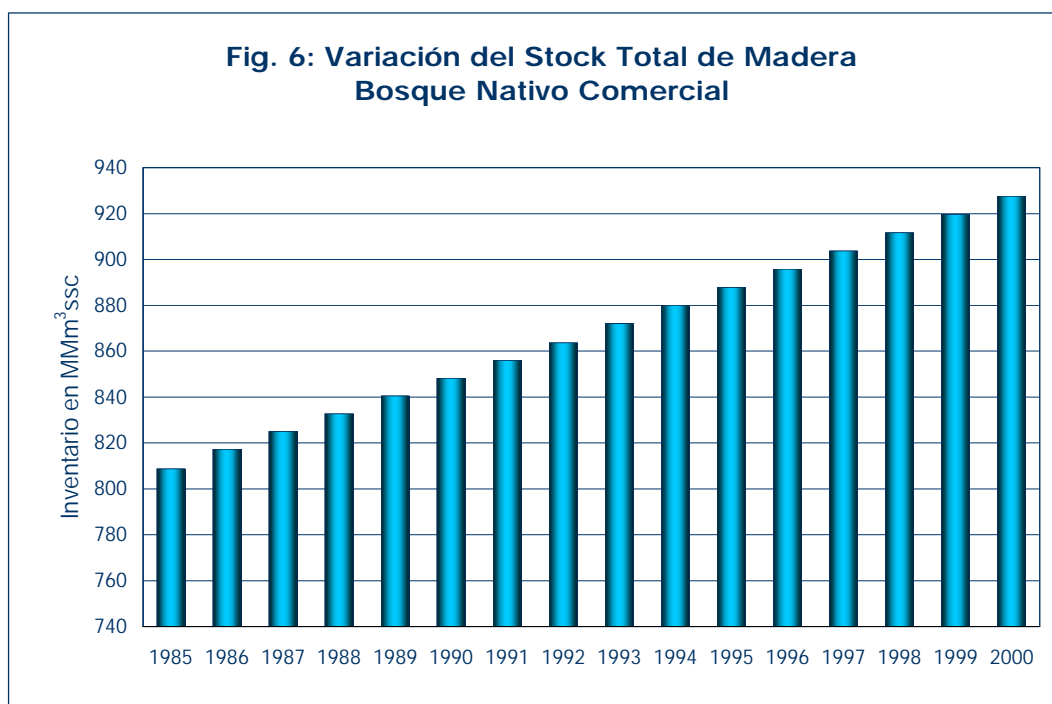
| Fuente de Variación | Superficie (M ha) |
|---------------------------------|--------------------|
| INCREMENTOS | |
| Recuperación | 201 |
| DISMINUCIONES | |
| Incendios | 85 |
| Habilitación | 107 |
| Sustitución | 164 |
| Cortas Ilegales | 37 |
| VARIACIÓN NETA | -192 (1,4%) |
| SUPERFICIE TOTAL BOSQUES | 13.372 |

La Tabla 4 resume la información del trabajo de Banco Central y CONAF (2000), pero se le han realizado algunos ajustes a la información agregada a fin de extender la serie temporal, así como para dar cuenta que el proceso de sustitución en muchos casos sigue un patrón secuencial indirecto, donde las habilitaciones (*driven force*) que no son exitosas se transforman en terrenos abandonados por la agresiva competencia de la vegetación natural, los que finalmente son vendidos a agentes que la reconvierten a un uso forestal. La Figura 5 ilustra las variaciones de superficie en el periodo según categoría de bosques.

**Fig. 5: Superficie de Bosque Nativo por Categoría
1985-2000**



Finalmente, para determinar las variaciones del stock de madera de bosque nativo, también se ha trabajado sobre la base del estudio del Banco Central y CONAF, el cual considera como relevante sólo el volumen disponible del bosque denominado "comercial". Para éste, se le ha añadido el efecto del crecimiento del stock de la madera disponible en los renovales comerciales (1,7 millones de hectáreas), a los cuales se les ha supuesto un crecimiento medio conservador de 6 m³/ha anual, aún cuando diversas estimaciones señalan que para ciertos tipos forestales los crecimientos en este estado podrían superar los 10 m³/ha-año. Los resultados se ilustran en la Figura 6 de la página siguiente.



*FUENTE: Elaboración propia 1985-1996, Infor 1997-2000
Cifras se expresan en miles de m³ sólidos sin corteza*

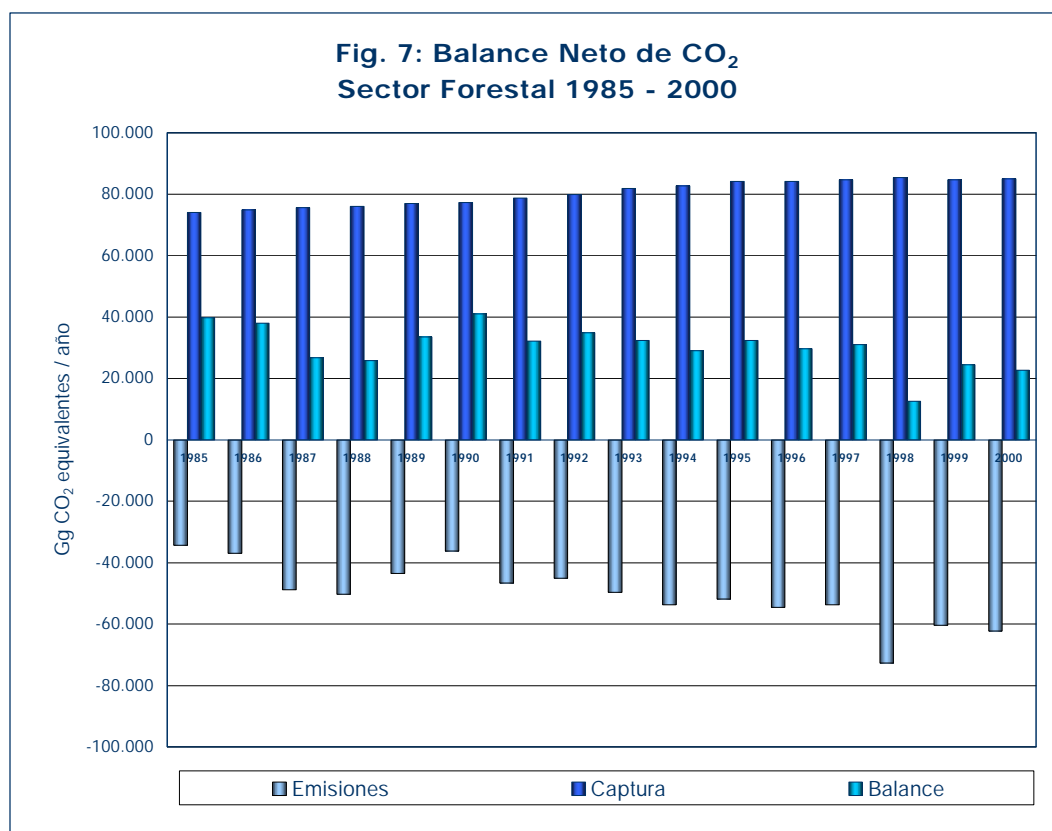
Los resultados ilustrados en la Figura 6 son concluyentes: a nivel de existencias comerciales de madera, el bosque nativo chileno no tiene problemas de sustentabilidad, porque el stock acumulado crece sostenidamente en el período considerado. Los problemas del bosque nativo tienen más que ver con la pérdida de generación de ciertas externalidades ambientales y culturales positivas, las que se examinan en el siguiente apartado.

GENERACIÓN DE EXTERNALIDADES

CAPTURA DE CARBONO

Los bosques crecen, vía fotosíntesis, capturando carbono de la atmósfera y liberando oxígeno. En este proceso de “secuestro” de carbono, reducen la cantidad de gases efecto invernadero (GEI), responsables del cambio climático (Cerdeira, 1997). Un reciente trabajo de CONAF (Torres y Meza, 2001), demuestra que el sector forestal en su conjunto es un capturador neto de carbono, es decir, las emisiones contabilizadas por la cosecha de plantaciones y bosque nativo, incendios, sustitución, habilitación y otros, son más que compensadas por el crecimiento de la masa boscosa en el período, lo que obedece particularmente al hecho de que la superficie de plantaciones ha crecido en forma importante en el período y ellas son agentes muy eficientes en el crecimiento acelerado de la biomasa, lo que se traduce indirectamente en una significativa reducción de CO₂.

La Figura 7 ilustra el secuestro neto de carbono en el período de análisis, con una extensión lineal de la serie temporal.

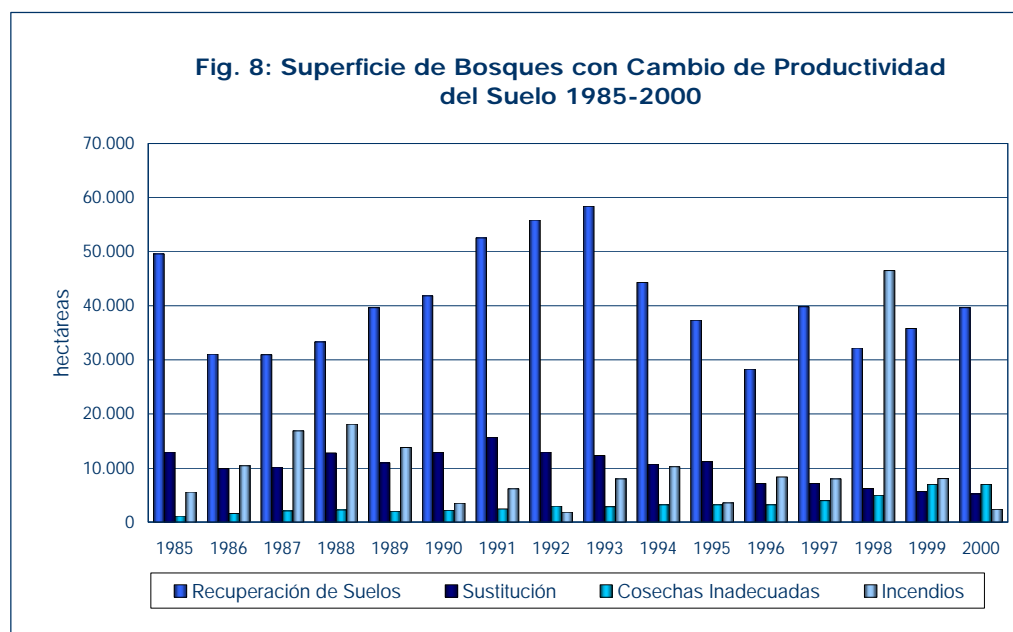


VARIACIONES DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO

Uno de los aspectos más positivos del establecimiento de plantaciones es el relacionado con la recuperación productiva de suelos que se encontraban en distintos grados de erosión producto de la aplicación de inadecuadas prácticas agrícolas en el pasado. En un trabajo de CONAF (1997b), se estima que más de tres cuartas partes de la forestación del período contribuyó a este propósito.

El aspecto negativo de la forestación en relación a la productividad del suelo corresponde a la erosión que se produce cuando se ha reemplazado bosque natural y la reforestación no se ha realizado de manera inmediata o cuando la cosecha se ha verificado de manera inadecuada, sobretudo en suelos frágiles o en condiciones de fuertes pendientes.

La Figura 8 resume las superficies afectas a cambios positivos y negativos de productividad en el período de análisis.



FUENTES: Banco Central y CONAF (2000), Infor (2001), Estimación propia

PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La reducción de la superficie de bosque nativo trae aparejada una pérdida de la biodiversidad contenida en los mismos, lo que disminuye la resiliencia de los ecosistemas de los cuales ellos formaban parte. Este efecto es menor en la medida que la disminución del bosque natural comprenda especies que no sean escasas dentro de la composición del ecosistema mayor constituyente, pero no existen antecedentes en Chile referidos a la caracterización de la vegetación desplazada.

Asimismo, las plantaciones forestales pueden contribuir al mejoramiento de las relaciones ecosistémicas si su establecimiento permite aumentar la conectividad de áreas aisladas de bosque nativo, sirviendo de puente para el desplazamiento de la fauna zonal. Aparte de una caracterización general de esta clase de fenómenos, no existe investigación detallada que permita cuantificar la magnitud de este fenómeno en la escala requerida para este estudio.

OTRAS EXTERNALIDADES

Al igual que la pérdida de biodiversidad, los elementos paisajísticos, la regulación hidrológica, la provisión futura de alternativas medicinales o el valor de existencia de los bosques se considerará como un ente integral para efectos de valoración, dada la falta de estudios que permitan diferenciar efectivamente estos efectos.

5

RESULTADOS: VALORIZACIÓN DE IMPACTOS 1985 - 2000

Si la identificación de los impactos físicos de las actividades humanas sobre los recursos forestales en Chile exhibe numerosas lagunas de información, el ejercicio de valoración de dichos impactos, para realizar una medición en “unidades equivalentes”, sufre aún más de la carencia de estudios aplicados para el caso chileno. Aquí nuestro trabajo se nutre de distintas fuentes bibliográficas nacionales e internacionales, a las cuales se les añade investigación propia que se ha desarrollado a propósito de la revisión legislativa del proyecto que regula el uso y conservación de los bosques nativos (Comité Técnico Forestal, 2001), así como de estudios ad hoc (Vera, 2002; Cáceres, 2002).

VALORACIÓN DE LAS INVERSIONES EN FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN

Las inversiones en este caso dan cuenta de las actividades de cercado, preparación de suelos, adquisición de plantas, establecimiento de plántulas, fertilización, control de competencia vegetal y animal, drenajes y otros. Para ellas se tiene un promedio ponderado entre lo que son las forestaciones de *Pinus radiata* (entre 350 y 580 US\$/ha) y *Eucalyptus* (entre 450 y 800 US\$/ha), y reforestación de *Pinus radiata* (entre 275 y 480 US\$/ha) o *Eucalyptus* (entre 350 y 600 US\$/ha). Se ha estimado este promedio, dependiendo de los pesos relativos de los agentes del sector (lo que determina la intensidad y costos de las intervenciones) y la composición de plantaciones, en 475 US\$/ha.

VALORACIÓN DE CAMBIOS EN EL STOCK DE MADERA

PINO RADIATA

En este caso influye de manera importante la aplicación de intervenciones silvícolas de poda y raleo para la obtención de madera libre de nudos a la edad de cosecha. Si en 1985 el stock estaba constituido fundamentalmente por madera nudosa sin manejo, hacia fines del período de análisis, existía una importante y creciente disponibilidad de trozos podados, cuyos mercados preferenciales son los nichos premium de EEUU, la remanufactura, la elaboración de tableros contrachapados, los productos estructurales y la mueblería. A fin de dar cuenta que la calidad de los primeros manejos que se desarrollaron en Chile

caracterizaron madera libre de nudos con un importante tamaño del cilindro defectuoso central, se ha ocupado el siguiente set de precios para el período:

Tabla 5: PRECIOS PRODUCTOS DE PINO RADIATA (US\$/m³)

| Podado Grueso | Podado Delgado | Aserrable Grueso | Aserrable Delgado | Pulpable |
|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|----------|
| 60 | 40 | 38 | 30 | 20 |

La diferencia de valor en pie en distintos estadios donde el manejo varió fuertemente en intensidad, fue compensada por el establecimiento de nuevas plantaciones en el período, ya que la disponibilidad de madera en las primeras etapas de desarrollo de un rodal se caracterizan por la exclusiva presencia de madera pulpable. Así, con un costo de cosecha y transporte de 15 US\$/m³, se tiene que el valor medio de la madera en pie de Pino radiata ascendió a 14 US\$/m³.

EUCALYPTUS

En el caso de Eucalyptus, la variación del precio en pie de la madera en el tiempo da cuenta de la distinta composición de especies, donde Eucalyptus globulus (36 US\$/m³), aún cuando crece en superficie en el período, pierde presencia relativa respecto a Eucalyptus nitens (25 US\$/m³), especie que fue masivamente establecida en la primera parte de la década de los noventa. Para efectos del cálculo del valor de la madera en pie se utilizó el mismo valor referencia de cosecha y transporte del caso anterior, 15 US\$/m³.

MADERAS NATIVAS

Dados los resultados de los inventarios preliminares del Catastro de Bosque Nativo, se ha ocupado como referencia que el stock en pie de valor comercial está constituido en un 5% de madera de características debobinables (100 US\$/m³), un 20% de madera aserrable (40 US\$/m³) y el remanente madera pulpable o combustible (16 US\$/m³). Descontados los costos de cosecha y transporte, se tiene entonces un valor medio de la madera en pie de 10 US\$/m³.

VALORACIÓN DE LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los resultados del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2001) demuestran que la acción antrópica de emisiones de GEI ha determinado un patrón de aumento de la temperatura que se traducirá en costos netos para la sociedad global. Existen diferentes estudios que dan cuenta del costo del calentamiento global: Nordhaus (1991), determina sólo para EEUU una cifra del orden de los 8 US\$/tonC, Fankhauser (1995) en una modelación global estima los costos en 20 US\$/tonC. Aquí existen dos elementos en juego, a) ¿qué tasa de descuento se debe utilizar para descontar daños que serán tan lejanos en el

tiempo? y b) el valor de la captura de carbono ¿es el daño evitado o el costo alternativo de otra acción mitigadora?

Para efectos de realizar una estimación conservadora de los beneficios de la captura de carbono de los bosques chilenos (habida cuenta que el Mecanismo de Desarrollo Limpio previsto en el Protocolo de Kyoto ha dejado de lado a los bosques naturales como sumideros, al menos para el primer período de cumplimiento de los compromisos de reducción voluntaria de emisiones), se ha utilizado como referencia el precio medio de ciertas transacciones de captura de carbono (5 US\$/tonC), las que naturalmente se encuentran “castigadas” por la no entrada en vigencia formal del Protocolo.

VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO

A partir de los antecedentes de Laroze para el trabajo de CONAF (1997b), se tiene que, en promedio, las actividades de forestación permiten una recuperación de la productividad de suelo, medida en valor presente neto de las futuras rotaciones forestales, que asciende a 100 US\$/ha, en relación a lo que se tendría con suelos erosionados abandonados o bajo condiciones de uso agrícola inadecuado.

Para el caso de las pérdidas que se tienen en productividad por sustitución, se ha asumido conservadoramente un costo de mitigación de 100 US\$/ha. Cuando se producen cosechas inadecuadas, se ha optado por doblar la estimación anterior, mientras que para el caso de incendios, donde la pérdida de nutrientes del suelo es severa, se ha estimado la pérdida social en 250 US\$/ha.

VALORACIÓN DE OTRAS EXTERNALIDADES

Las estimaciones que se encuentran en la bibliografía especializada referidas a los otros elementos mencionados en el capítulo anterior, se resumen como sigue:

- Biodiversidad: Simpson (1999), determinó de manera concluyente que el valor que tiene para las compañías farmacéuticas el proteger bosques considerados “hot spots” de biodiversidad a fin de tener la posibilidad de encontrar en algún momento un producto medicinal, era insignificante. Para el caso del bosque nativo chileno, las estimaciones eran de 0,08 US\$/ha.
- Ecoturismo: no existen estudios para Chile en esta área. Para el caso de México, el valor de ecoturismo de sus bosques era del orden de 8 US\$/ha-año (Adger, Brown, Cervigni y Moran, 1995). Por otra parte, Pearce (1997) estimaba que por este concepto, el valor de un bosque tropical “convencional” se encontraba en el rango de 5 a 10 US\$/ha-año. Usando una

tasa de descuento social del 10% y considerando que los bosques nativos chilenos califican en promedio de manera similar a los casos anteriores, se tienen valores de 80 US\$/ha.

- Regulación hidrológica: en este caso, los bosques de protección (pendientes superiores a 60% y/o cercanos a cursos, fuentes o masas de agua, se encuentran regulados y los resultados del trabajo del Banco Central y CONAF (2000) demuestran que se encuentran en recuperación de superficie, por lo que la carencia de estudios técnicos pertinentes en este caso no juega en dirección contraria a la de la sustentabilidad.
- Existencia: Estay y Lira (2000) determinaron a través de una valoración contingente que el valor de existencia del bosque nativo chileno (el cambio en el bienestar de las personas derivado de la sola existencia y no uso del recurso), era del orden de 2 US\$/ha

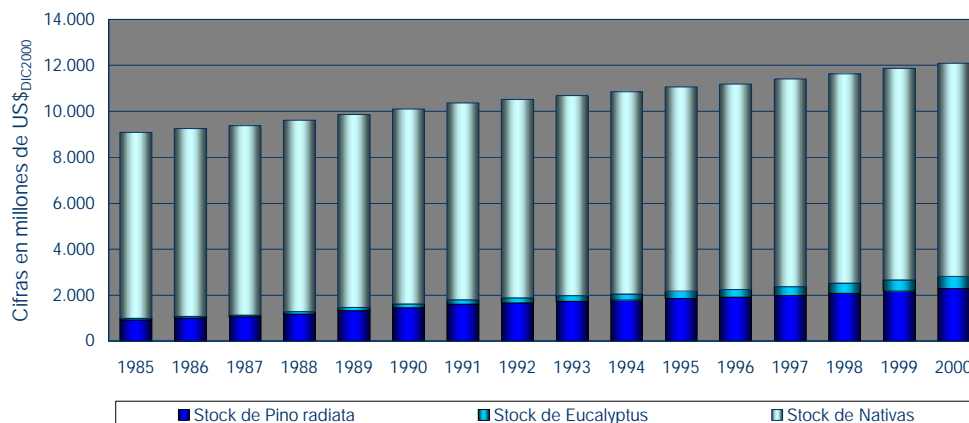
Resulta interesante constatar que el resumen de los valores anteriormente consignados son del mismo orden de magnitud que el obtenido indirectamente por Vera (2002) a través de una valoración contingente que reflejaba la disposición de las familias a pagar por adoptar un árbol en Chile (5 US\$/familia, 15 US\$/año, 150 US\$m como valor total descontado al 10% y 30 US\$/ha en total). Para efectos del presente trabajo, usaremos la cifra resumen del detalle anterior, i.e., 82 US\$/ha.

VALORACIÓN AGREGADA: RESULTADOS FINALES

Las existencias de madera comercial dan cuenta de la mayor parte del valor de los activos en el tiempo. Ellas se ilustran en la Figura 9.

- El stock de madera crece en el período (US\$ constantes de Diciembre 2000) desde 9.081 US\$m a 12.092 US\$m, es decir, más de 33%, lo que representa una tasa de crecimiento anual de 1,9%.
- La madera nativa comercial, que constituye la mayor parte del stock en el periodo, crece desde 8.087 US\$m en 1985 a 9.276 US\$m el año 2000, lo que representa un incremento total de 15% o 0,9% anual.
- Las plantaciones de Pino radiata el año 2000 multiplican por 2,5 veces el volumen comercial disponible en 1985, lo que representa un incremento anual de 6,2%. Así también, su participación dentro del stock global aumenta desde un 10% a un 19% en quince años.

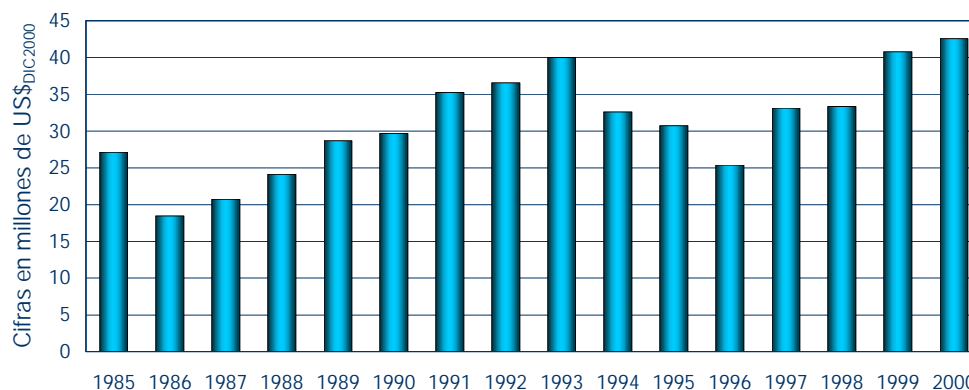
Fig. 9: Valor de las Existencias de Madera de los Bosques Chilenos 1985-2000



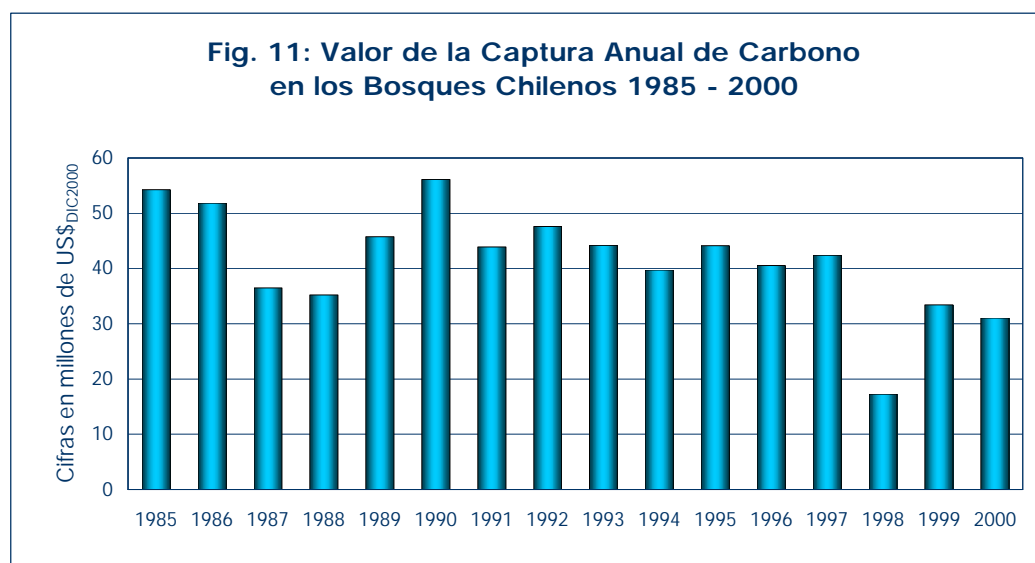
- Las plantaciones de Eucalyptus son las que experimentan el crecimiento más importante del período en términos de valor del volumen comercial, al multiplicar el año 2000 en 7,6 veces el stock del año 1986, lo que representa un crecimiento anual del 14,5%.

Las inversiones en forestación y reforestación del período se resumen en la Figura 10, tomando como base los antecedentes de superficies presentados en el Capítulo 4 y la valorización de la inversión de este capítulo.

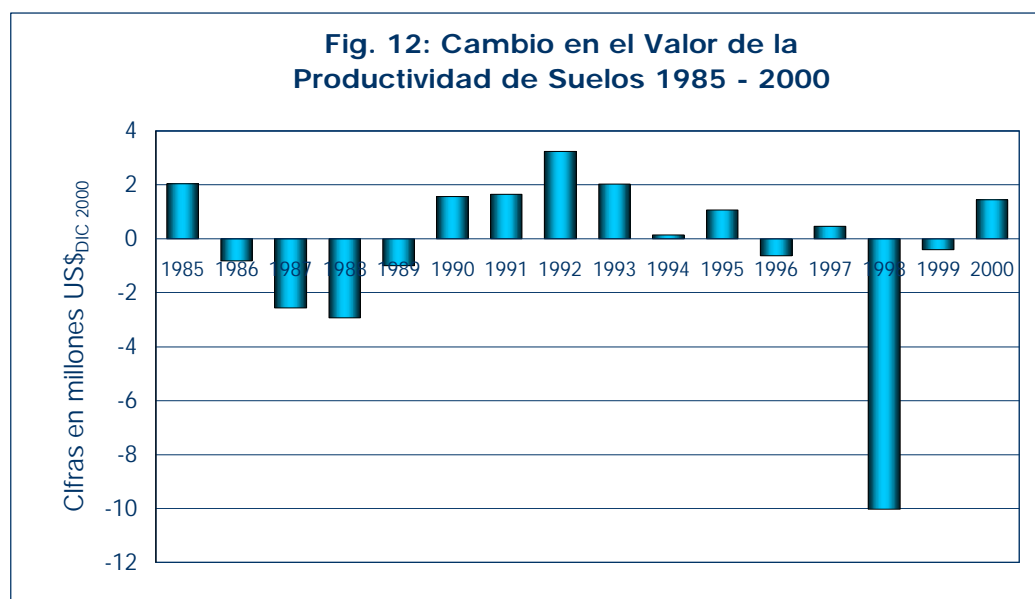
Fig. 10: Inversión Anual en Establecimiento de Plantaciones 1985 - 2000



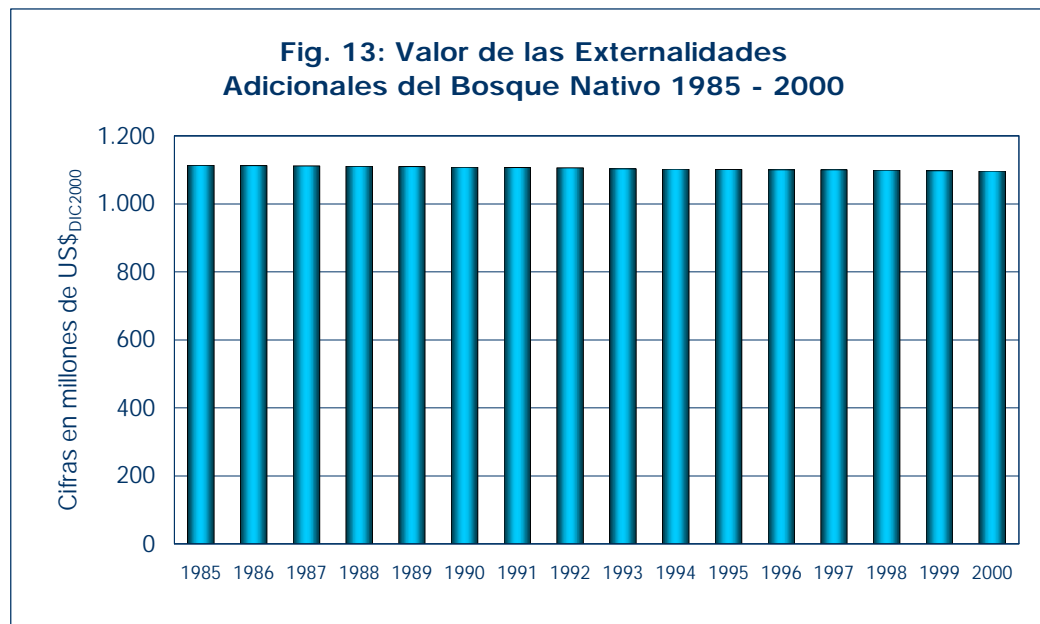
En relación a la captura de carbono, la Figura 11 ilustra el balance neto en valor de captura de carbono que realizan los bosques chilenos, independientemente si ésta fue realizada por plantaciones o bosques nativos.



En relación a cambios en la productividad de suelos, la Figura 12 muestra los resultados para el periodo, destacándose que los valores negativos están fuertemente correlacionados con las pérdidas de nutrientes que se verifican tras los incendios forestales.



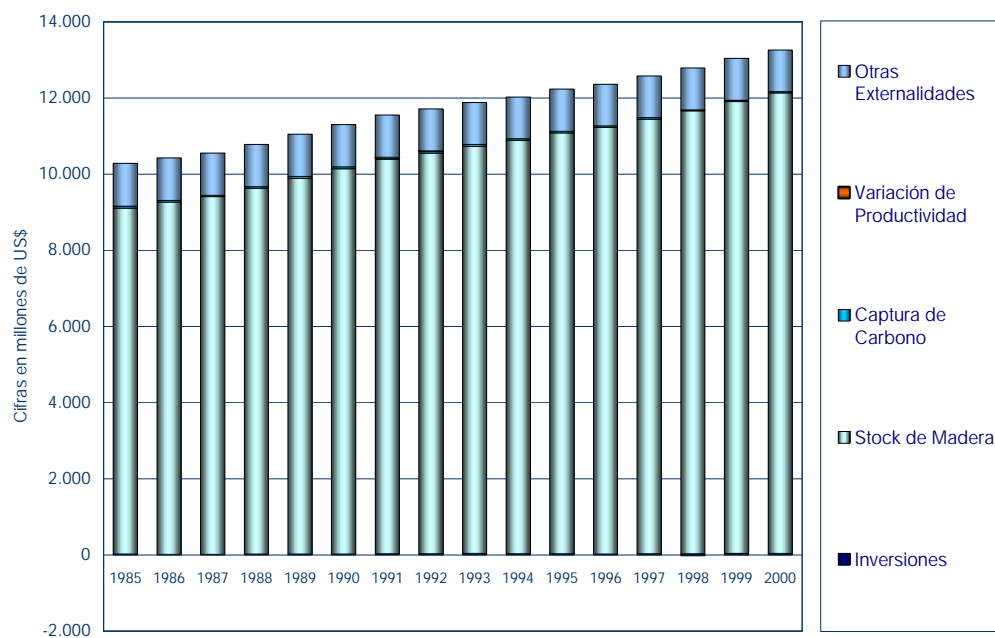
Los valores de las externalidades adicionales de los bosques nativos han sido evaluados para el total de dicha masa forestal. Es necesario destacar que el valor que tenga la conservación de ecosistemas o especies escasos o en peligro y que pertenezcan al SNASPE o a los bosques de protección, no está contabilizado, lo que no afecta el análisis integrado, porque lo relevante son las variaciones intertemporales y ellas en este caso no se ven afectadas. El resumen de esta valorización se presenta en el Gráfico 13.



En la página siguiente, la Figura 14 resume el ahorro genuino del sector forestal para el período 1985-2000 en base a los antecedentes presentados a lo largo del presente Capítulo.

Los resultados son concluyentes: el ahorro genuino del sector forestal en el periodo no sólo es positivo, lo que es sinónimo de sustentabilidad, sino que muestra una evolución positiva para todo el período de análisis, donde la “capitalización natural” de los recursos forestales pasa de 10.278 US\$ millones en 1985 a 13.264 US\$ millones el año 2000 (un crecimiento real de un 29%). Los resultados son tan significativos en cuanto a su magnitud y dirección, que resulta claro que la discusión de sustentabilidad en el sector forestal debe orientarse a la comunicación responsable de estos hallazgos, a socializar los desafíos futuros y a concentrarse en aquellos nichos específicos que merezcan la atención de las políticas públicas, lo que sólo recientemente parece haberse conjugado.

Fig. 14: Ahorro Genuino del Sector Forestal Chileno 1985-2000



6

SUSTENTABILIDAD FORESTAL: LOS DESAFÍOS FUTUROS

A partir de los resultados obtenidos en el Capítulo 5, se plantean interesantes conclusiones y recomendaciones para las políticas públicas y la comunicación socialmente responsable de las mismas, las cuales resumimos en los siguientes diez puntos.

1. Sustentabilidad Forestal: el sector forestal, a través de un indicador “ácido” de sustentabilidad como lo es el ahorro genuino, demuestra un performance global muy destacado, ya que este indicador no sólo es positivo, sino que muestra una tendencia creciente en el tiempo, lo que es reflejo de una “capitalización en recursos naturales” por parte del país, asegurando así la provisión sostenida de los múltiples bienes y servicios de los bosques en el tiempo. Este, sin duda, es el resultado más importante del estudio.
2. Plantaciones Forestales - Fortalezas: el crecimiento más importante de las existencias de madera en el período es responsabilidad del sostenido incremento de la superficie de plantaciones, las que además traen aparejadas otros beneficios adicionales en la forma de captura acelerada de carbono que mitiga el cambio climático, recuperación productiva de suelos degradados y aumento de la conectividad de la vegetación natural que mejora el funcionamiento ecosistémico de las regiones en las cuales se encuentran presentes.
3. Plantaciones Forestales – Debilidades: aún cuando represente un impacto no significativo en relación a la cuantía a las fortalezas anteriormente descritas, cabe mencionar aquí el reemplazo que una fracción menor de las plantaciones ha conllevado del bosque nativo original (1,2% en todo el período). Este problema refleja en el fondo la inadecuada captura del valor social que tiene el bosque nativo para los propietarios pequeños que lo poseen mayoritariamente, ya que dicho valor no se refleja en mercados de conservación o de provisión de servicios ambientales que sirvan para modificar las decisiones que optimizan la óptica privada de sus propietarios. Afortunadamente, la propuesta del Ejecutivo contenida en el nuevo borrador del proyecto de ley de bosque nativo parece enmendar en parte importante la causa de fondo de este problema.
4. Bosque Nativo - Oportunidades: la magnitud de las existencias de madera comercial disponible, particularmente en los renovales y los bosques de lenga, abre un interesante campo de acción para la inversión privada si se remueven ciertos obstáculos culturales que no reconocen la existencia de la

tecnología y el conocimiento para realizar un manejo forestal sustentable de dicho recurso. El paradigma de que la conservación del recurso pasa por su inmovilización productiva debe dar paso a otro más acorde a los tiempos, que reconozca que un recurso que no tiene valor a los ojos de sus propietarios, difícilmente podrá sustentarse en el tiempo.

5. Bosque Nativo - Amenazas: la existencia de un cierto “cansancio” entre los actores del sector forestal dada la prolongación de un debate técnicamente deficiente y polarizado, amenaza el interés de potenciales inversionistas para el manejo sustentable del recurso, que conlleva necesariamente una óptica de más largo plazo y complicaciones propias del manejo de un activo más complejo que las plantaciones.
6. Certificación Forestal: la certificación voluntaria de manejo forestal sustentable puede constituirse en un instrumento interesante para la apertura del mercado europeo a la comercialización de maderas nativas. Tal como se detalla en Cerda y Lira (2002), este instrumento parece haber perdido la conexión entre los problemas originales que buscaba resolver (deforestación, pérdida de biodiversidad) y quienes se interesan en certificarse hoy en día. Sin embargo, a la masiva adopción de sistemas de gestión ambiental certificados bajo ISO 14.001 por parte de las empresas forestales, parece seguir otra ola de certificación de sustentabilidad de plantaciones, lo que permitirá que en un plazo no superior a tres años cerca del 70% de los productos forestales cuenten con un sello que asegure el manejo responsable de los bosques que les dieron origen, lo que constituye una demostración adicional de buen desempeño por parte del sector forestal privado en términos de sustentabilidad.
7. Regulación moderna: si la mayor parte de la iniciativa forestal privada se certificará bajo estándares de manejo forestal sustentable rigurosos e independientes, que establecen requerimientos muy superiores a los exigidos por la legislación nacional específica, se abre un interesante campo de acción para la desregulación del sector y la focalización de los esfuerzos y recursos de fiscalización de CONAF en aquellos sectores informales que hoy actúan al margen de la ley y que son los responsables de los principales problemas de imagen del sector.
8. Participación ciudadana: un tema recurrente en la discusión de los temas de sustentabilidad, así como en la operacionalización de los estándares de manejo forestal sustentable, dice relación con una activa participación de la sociedad civil que exprese sus inquietudes en relación a estos temas. En Estados Unidos y Europa esto se canaliza a través de las ONG (sólo Estados Unidos tiene más de dos millones de organizaciones activas), lo que constituye un sustituto imperfecto, pero práctico, para reflejar las inquietudes de una sociedad que cambia en forma más acelerada que la estructura de representación parlamentaria. Han existido en los últimos años intentos de replicar ese modelo en Chile, pero hay que señalar claramente que ello no

funciona en el contexto de nuestra realidad cultural: en el caso del sector forestal, mal podrían un puñado de organizaciones nucleares, con un centenar de miembros y financiadas mayoritariamente por las mismas fuentes foráneas, declararse representantes responsables de la sociedad civil chilena. Independencia, transparencia, tolerancia y representatividad son los futuros desafíos de estas organizaciones, mientras el desafío de la participación ciudadana sigue pendiente.

9. Investigación y desarrollo: el tipo de análisis que se ha llevado a cabo pone de manifiesto los requerimientos específicos de investigación que es requerida, la que además debe servir de puente de conectividad social entre el quehacer empresarial real y los intereses de los investigadores aplicados de Universidades, Institutos y Centros de Desarrollo en el país.
10. Responsabilidad: como organización profesional emergente buscamos elevar el nivel de debate en relación a los temas propios del desarrollo sustentable, por lo que ofrecemos abiertamente la posibilidad de un activo, responsable y respetuoso diálogo respecto a los resultados de este estudio y a las posibles líneas de trabajo futuro que se requieran en éste y otros sectores relevantes del país. Estos hallazgos deben examinarse por tanto no como referentes de posiciones preconcebidas, sino más bien como la fuente de nuevas interrogantes en la inspiradora y desafiante aventura del desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adger, N., Brown, K., Cervigni, R. and Moran, D. (1995). "Total Economic Value of Forests in Mexico", *Ambio* 24 (5), 286-296

Banco Central y CONAF (2000), "Metodología para Cuentas Ambientales en Unidades Físicas de los Recursos Naturales", Documento de Trabajo

Cáceres E. (2002), "Sustentabilidad de las Plantaciones Forestales en Chile", Último Informe de Avance para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile

Cerda, A. y Lira, V. (2002), "The Economics of Sustainable Forest Management Certification". Paper aceptado en The Second World Congress of Environmental and Resource Economists. Monterrey, California

Cerda A. (1997), "Chile: Defining a Sustainable Path for Natural Forests", *Dissertation for MSc in Environmental and Resource Economics*, University College London, UK

Comisión Técnica Forestal (2001), "Reformulación Proyecto de Ley de Fomento y Recuperación del Bosque Nativo". Documento Técnico INFOR, CORMA, CONAF, EcoNATIVA, ODEPA y MUCECH

CONAF (1997), "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile", Proyecto CONAF-Conama-BIRF

CONAF (1997b), "Evaluación de Resultados de la Aplicación del D.L.701 de 1974". Documento Técnico

EcoNATIVA (2001), "Certification of Sustainable Forest Management: A Comparative Analysis of the Programs CERTFORCHILE and THE FOREST STEWARDSHIP COUNCIL", Documento de Trabajo (disponible en www.certforchile.cl/documentos/Comparison.pdf)

EcoNATIVA (2002), "Educación, Capital Social y Subdesarrollo en Chile", *Temas a Fondo*, Volumen 2 (en imprenta)

Emanuelli, P. (1996), "Bosque Nativo: Antecedentes Estadísticos", CONAF, Documento Técnico

Estay C. y Lira V. (2000), "Determinación del Valor de Existencia del Bosque Nativo Chileno", Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile

Fankhauser S. (1995), *Valuing Climate Change*, Earthscan, UK

Figueroa E. y Calfucura E. (2002), "Depreciación del Capital Natural, Ingreso y Crecimiento Sostenible: Lecciones de la Experiencia Chilena", presentación en la Conferencia Internacional de Recursos Naturales y Crecimiento, Banco Central de Chile

Hamilton K., Atkinson G. y Pearce D. (1998), "Savings rules and sustainability: selected extensions", CSERGE, University College London

Instituto Forestal (2001), Estadísticas Forestales 2000

IPCC (2001), "Climate Change 2001; Synthesis Report", Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press

Neira E., Verscheure H. y Revenga C. (2002), "Chile's frontier forests: Conserving a global treasure", Codeff

Nordhaus W. (1991), "To Slow or not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect", *Economic Journal* 101(407), pp 920-37

Pearce D. y Barbier E. (2000), *Blueprint for a Sustainable Economy*, Earthscan, UK

Pearce, D. (1997) "Can Non-Market Values Save the Tropical Forest?", en B. Goldsmith (editor), *Tropical Rain Forest: A Wider Perspective*, Chapman and Hall.

Pearce D. y Atkinson G. (1993), "Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of weak sustainability", *Ecological Economics*, vol 8, pp 103-8

PNUD (2000), Desarrollo Humano en Chile, Santiago, Chile

Putnam R. (1993), *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*, Princeton University Press

Simpson, D. (1999) "Biodiversity Prospecting: Shopping the Wilds Is Not the Key to Conservation". In W. Oates, *The RFF Reader In Environmental and Resource Management*, Resources For the Future, Washington D.C., PP. 177-181.

Terram (2001a), "El Costo Ambiental de la Salmonicultura en Chile", Análisis de Políticas Públicas 5

Terram (2001b), "Evaluación de los Impactos de la Producción de Celulosa", Análisis de Políticas Públicas 4

Torres R. y Meza A. (2001), "Inventarios de Gases Efecto Invernadero del Sector No Energía: Serie Temporal 1984-1998", CONAF, Oficina de Coordinación Ambiental

Weitzman M. y Löfgren K. (1998), "On the welfare significance of green accounting as taught by parable", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol 32, pp 139-153

World Bank (2000), *Social Capital: A Multifaceted Perspective*, Ed. Dasgupta P. y Serageldin I., Washington D.C.

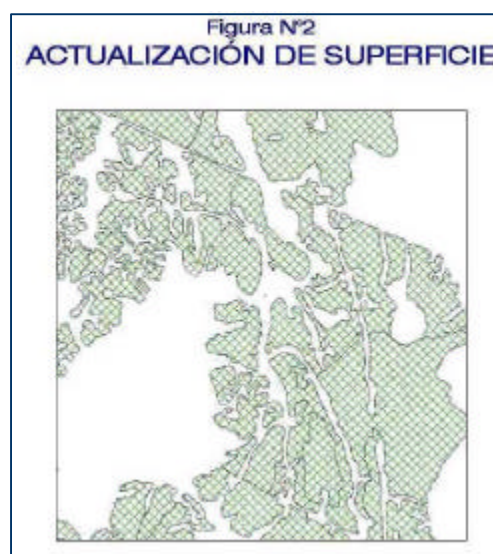
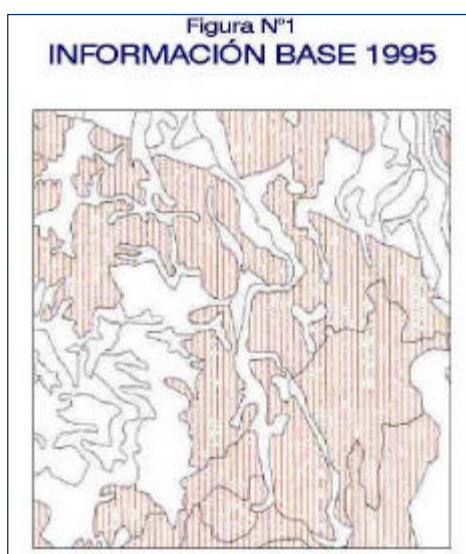
Vera C. (2002), "Determinación de la Rentabilidad de la Alternativa de Conservación del Bosque Nativo Chileno", Memoria de Titulación, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile

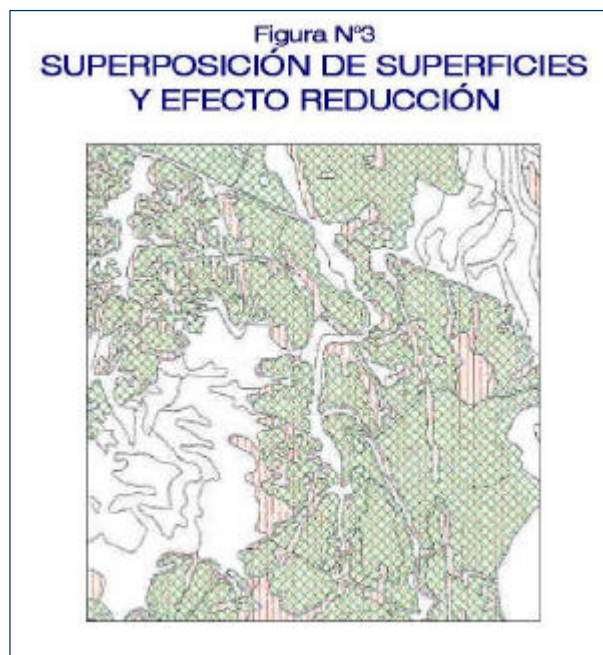
ANÁLISIS CRÍTICO DEL CONCEPTO, METODOLOGÍA Y ALCANCES EN LA DEFINICIÓN DE BOSQUES FRONTERA

Recientemente Codeff y la Universidad Austral publicaron el capítulo chileno de la iniciativa Global Forest Watch del WRI, que busca describir la extensión y distribución de los por ellos denominados "bosques frontera". Se definió a esta clase de bosques como aquellos bosques densos o maduros, de al menos cinco mil hectáreas, constituidos por especies nativas y que presentan mínimos signos de intervención.

El estudio concluye que en Chile, con información base 1995, existirían alrededor de 4.5 millones de hectáreas de bosques frontera (33% del total de los bosques nativos). A pesar de lo valioso que resulta de por sí la investigación en esta área, se considera que el estudio adolece de los siguientes problemas:

1. La base de información de 1995 contiene errores que afectan la medición: tal como se ilustra en la siguiente fotografía, la digitalización efectuada muestra una sistemática tendencia a sobrestimar la superficie registrada, lo que será particularmente incidente en regiones como la IX y X, donde no existen tantas masas continuas de bosques como en las XI y XII regiones, que minimizan los errores de digitalización.





2. La actualización de superficie inducirá a errores de diagnóstico en las políticas públicas: el objetivo declarado de esta iniciativa es orientar los instrumentos de regulación públicos y privados a la conservación de los bosques fronteras. Sin embargo, una actualización de la superficie que simplemente corrija los errores de digitalización enunciados en el punto anterior producirá un enorme impacto porque en forma artificial parecería que la superficie habría disminuido significativamente en el período considerado. Siguiendo al experiencia del fallido informe de cuentas ambientales del Banco Central (ver Anexo 2), a las superficies supuestamente “perdidas” se les asignaran acciones causales, las cuales serán blanco prioritario de esfuerzos legislativos, administrativos o simplemente propagandísticos. Focalizar los esfuerzos de sustentabilidad sectorial en causas ficticias es no sólo inútil e ineficiente, sino que además implica desfocalizar los incentivos y los esfuerzos de regulación de donde se encuentran los problemas reales del sector.
3. El concepto de bosque frontera no es útil: tal como los mismos autores señalan en su informe, superficies continuas de bosques naturales inferiores a 5.000 hectáreas, los retazos de bosques remanentes de la expansión agrícola e incluso las plantaciones que sirven de corredores biológicos, juegan un rol clave en la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas vinculados al bosque nativo. Determinar la superficie de bosques fronteras parece más un fin en sí mismo, ya que de hecho, la mayor porción de bosques frontera se encuentra en las regiones XI y XII que no enfrentan competencia significativa de uso del suelo con estos bosques y que además no contienen la mayor biodiversidad del bosque nativo.

¿De qué sirve saber cuanto bosque frontera hay para efectos de las iniciativas públicas y privadas de conservación? En la práctica, su utilidad es escasa, ya que lo relevante es conocer la importancia relativa de los ecosistemas en términos de su contribución a la biodiversidad, la escasez o rareza de estos en el patrimonio nacional y el grado de exposición o amenaza a fuentes de eliminación de la cobertura arbórea. La justificación teórica de este enfoque se encuentra bien documentada por Weitzman (ver Pearce, 2000 para un resumen) y una aplicación práctica de lo mismo se encuentra en la estrategia de adquisición de predios para conservación de biodiversidad de la mayor ONG de EEUU, Nature Conservancy.

Finalmente, los avances en certificación de manejo forestal sustentable (ver Anexo 2), muestran que lo relevante no es tanto tener bosques intocados, como es el caso de los bosques frontera, sino manejarlos en forma adecuada, satisfaciendo las múltiples funciones ecológicas, sociales y económicas que de ellos demanda la sociedad.

CUENTAS AMBIENTALES Y BOSQUE NATIVO: EL FALLIDO EPISODIO DE SIMULACIÓN DEL BANCO CENTRAL

En 1995, la discusión referente al largamente tramitado proyecto de ley de fomento y protección del bosque nativo parecía desemtramparse, al existir relativos consensos respecto a cómo manejar el tema de la sustitución que no implicara un menoscabamiento del derecho de propiedad de los más de treinta mil pequeños y medianos propietarios de estos bosques. Adicionalmente, comenzaban las actividades relativas al Catastro Vegetacional que permitiría conocer la superficie de bosque nativo en Chile (tema largamente debatido), su composición, estado de conservación y potencial productivo.

Este optimista escenario fue fuertemente trastocado cuando un nuevo actor, la Unidad de Cuentas Ambientales del Banco Central, publicó un polémico estudio preliminar, que no era consistente con ninguno de los estudios de caracterización del estado del bosque nativo realizados previamente por los actores e instituciones sectoriales y que presentaba una visión catastrófica tanto para el período de análisis, como de las proyecciones del recurso a futuro. A continuación se detallan los principales resultados y críticas al mencionado informe.

El estudio en cuestión constaba de dos partes:

- a) Simulación del estado de los bosques nativos 1985-1994. Esta fase fue contratada a académicos de la Universidad Austral (Lara, 1995), quienes tomaban como base antecedentes de disponibilidad dispersos por región y modelaban la probable evolución de las superficies a partir de los consumos de madera.
- b) Proyección del estado de los bosques nativos de 1995 en adelante. Tomando como base el estudio de la primera fase, se proyectaron las tasas de disminución de superficie hasta el agotamiento teórico de los bosques que se encontraban fuera del SNASPE¹¹. Esta parte del estudio fue desarrollada por profesionales de la Unidad de Cuentas Ambientales del Banco Central.

¹¹ Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado

PRIMERA FASE DEL INFORME

Para los propósitos señalados, la estimación de superficies de bosques nativos por región y tipo forestal se basó en el siguiente modelo:

$$\text{Superficie} = ([\text{volumen de consumo} / \text{volumen neto extraído}] * \text{tasa de participación por acción}) / \text{razón de superficie que provee el volumen}$$

Donde:

| VARIABLES | EXPLICACIÓN |
|---|--|
| Superficie | Superficie cortada de bosque nativo |
| Volumen de consumo | Consumo de madera de bosque nativo (m ³ /año) |
| Volumen neto extraído | Volumen neto por hectárea extraído por tala rasa y floreo (m ³ /há) |
| Razón de superficie que provee el volumen | Proporción de la superficie que no es utilizada para consumo industrial o leña por razones de accesibilidad o distancia. Varía entre 0 y 1 |
| Tasa de participación por acción | Acciones causales que afectan la superficie y calidad del bosque nativo (habilitación, sustitución, incendios, manejo y floreo). Varía entre 0 y 1 |

Comentarios al modelo

Generales

- El modelo no fue validado formalmente, ni sometido a consulta con expertos independientes.
- Los resultados no concuerdan con los antecedentes básicos de información sectorial y no hubo intento de revisar o corregir inconsistencias evidentes (a modo de ejemplo, se estima para el año 1994 una superficie de sustitución que es mayor a lo que fue el total de la superficie real forestada real en dicho año).

Metodología

- La definición de bosque nativo utilizada no es operativa para efectos de homologación básica de la información (por ejemplo, se desconocen los criterios de cobertura y altura de los árboles utilizados para homologar las cifras de los distintos estudios empleados como base).
- La actualización del inventario al año 1985 sólo considera una disminución de superficie, no incluyendo ningún tipo de incremento de la masa boscosa. La tasa de disminución utilizada para inicializar el año 1985 corresponde a la misma tasa utilizada para realizar el cálculo en el escenario pesimista en el período 1985–1994.

- El estudio no asegura condiciones básicas de replicabilidad y no es explícita en aspectos como la parametrización e inicialización del modelo.

Inconsistencias y errores

- El cálculo no separa el consumo industrial del consumo de leña: se parte analizando el universo de bosques de tipo productivo, pero para efectos del cálculo de disminución de superficies se incluye el consumo de leña, que se sabe no se obtiene significativamente de madera de calidad industrial, ni proviene de cosecha de bosques. Al incluir en el modelo la leña, que representa dos tercios del consumo total de madera nativa en el país, se amplifica artificial y erróneamente la estimación de superficies cortadas. Similar problema sucede con una fracción de astillas para exportación. La sobre-estimación de la superficie cortada por esta vía puede llegar a más de 300% en promedio. Lo anterior se muestra en el cuadro 1 de la página siguiente, al analizar el cálculo de disminución de superficie según el estudio, comparado con el resultado si sólo se incluyera consumo industrial, utilizando los mismos parámetros.

Cuadro 1
DISMINUCIÓN DE SUPERFICIE:
ESTIMACIÓN ORIGINAL V/S CORRECCIÓN SIMPLE
(Superficie en ha/año)

| DISMINUCIÓN DE SUPERFICIE – VI REGIÓN | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------|-----------|--------------|---|----------|-----------|--------------|
| | Consumo Industrial + Leña | | | | Corregido: sólo consumo industrial | | | |
| Años | Incendio | Habilit. | Sustituc. | Total | Incendio | Habilit. | Sustituc. | Total |
| <85 - 89> | 1.107 | 282 | 1.413 | 2.802 | 1.107 | 16 | 78 | 1.201 |
| <90 - 94> | 1.460 | 384 | 1.922 | 3.766 | 1.460 | 22 | 109 | 1.591 |

| DISMINUCIÓN DE SUPERFICIE – VIII REGIÓN | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------|-----------|---------------|---|----------|-----------|--------------|
| | Consumo Industrial + Leña | | | | Corregido: sólo consumo industrial | | | |
| Años | Incendio | Habilit. | Sustituc. | Total | Incendio | Habilit. | Sustituc. | Total |
| <85 - 89> | 907 | 1.019 | 9.284 | 11.210 | 907 | 67 | 613 | 1.587 |
| <90 - 94> | 319 | 1.816 | 16.540 | 18.675 | 319 | 522 | 4.753 | 5.594 |

- Los valores de “participación por acción” no son coherentes con los valores que entregan los cuadros de consumo: Considerando que la información disponible de producción de madera indica que proporción de consumo industrial y leña es de 3 a 7, ello no queda en absoluto representado en los cuadros de consumo, que no podrían mostrar que las principales causas que afectan el bosque nativo son aquellas que producen más madera industrial que leña (como es el caso de la sustitución). A modo de ejemplo, el Cuadro 2 muestra los parámetros utilizados para el escenario medio.

Cuadro 2
FUENTES DE ORIGEN DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA NATIVA

| ACTIVIDAD | REGIONES | | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | VI | VII | VIII | IX | X |
| Habilitación | 11% | 8% | 7% | 9% | 35% |
| Sustitución | 62% | 58% | 60% | 55% | 24% |
| Manejo | 0% | 0% | 1% | 2% | 1% |
| Floreo | 27% | 34% | 33% | 35% | 41% |

- Existe muestreo insuficiente para el cálculo de coeficientes: la parametrización de los coeficientes de “participación por acción”, se realizó sobre la base de la comparación de fotos aéreas entre dos fechas distintas. Para ello se definieron franjas en las que se identificaron distintas zonas. El número total de franjas alcanzó a 19, de las cuales 9 son de la VIII región y 10 en la IX región. A partir de estas 19 franjas se calcularon los valores de parámetros que se extrapolaron al resto del área contemplada. A partir del estudio se desprende lo siguiente:
 - a. Las franjas son de superficie variable, lo que podría indicar que la muestra está desbalanceada.
 - b. Los valores de las franjas tienen una varianza altísima.
 - c. El muestreo es muy insuficiente: por ejemplo, con sólo dos parcelas se infiere un valor de sustitución de 50% para la IX Región, y además ello se extrapola a regiones no muestreadas, como las VIII y X, cuya realidad es muy diferente.
 - d. Los valores de las franjas no son consistentes con los valores presentados para los coeficientes de sustitución.

- El modelo no incluye en su estructura el crecimiento del bosque: el modelo no considera la incorporación de nuevas masas boscosas. Se defiende este supuesto sobre la base de que los renovales no tendrían la calidad del universo analizado. Sin embargo, en la realidad cada año una porción significativa de renovales alcanza características que los harían incluíbles en el universo de análisis. Lo anterior es particularmente importante por la fuerte incidencia que tienen los incendios en el cálculo de las superficies y por la necesidad de proyectar datos a horizontes más largos. La consecuencia de esto es que las superficies sólo decrecen, sin incorporarse un efecto que dé cuenta del crecimiento de los bosques.

- Distorsión de causales de corte: las causales de corte se exageran tanto por la inconsistencia del sistema de muestreo como por la exageración de

la superficie cortada a consecuencia de la errónea inclusión de la leña en el cálculo de pérdida de superficie. De aquí que resulten, por ejemplo, superficies sustituidas mayores a las plantadas, lo que a todas luces es una grosera inconsistencia.

Conclusiones

La metodología utilizada en este estudio y el enfoque de los supuestos llevan a exagerar sustancialmente las tasas de corte y despreciar el crecimiento, además de imputar infundadamente presuntas causales de corte. Esto tiene como resultado subestimar fuertemente el stock a 1994 y generar datos distorsionados sobre supuestas superficies sustituidas y habilitadas, presentando una visión irreal y sesgada de la situación real, tal como lo demostró posteriormente el Catastro de Vegetación de 1997.

SEGUNDA PARTE DEL INFORME: PROYECCIÓN DE LA SITUACIÓN DE 1995 AL 2025

Con base en el estudio de la primera etapa analizado en el punto anterior, profesionales de la Unidad de Cuentas Ambientales del Banco Central de la época efectuaron una proyección hasta el año 2025, que concluye que el bosque nativo se extinguiría en todas las regiones del país, a excepción de la duodécima y de la superficie contenida en el SNASPE, antes del 2025. Ya sabemos de la sección anterior que este trabajo tomó como base otro estudio muy deficiente, pero además en esta fase se cometieron dos errores serios adicionales:

- a) No se validaron los datos que se tomó como base en la simulación hasta el 2025. Si lo hubieran hecho, habrían fácilmente detectado las inconsistencias del estudio base, y no las habrían proyectado sin modificaciones, tal como lo hicieron. Un caso evidente es mantener el supuesto hasta el 2025 de que no se incorpora ninguna superficie de bosque nativo por efecto de crecimiento.
- b) Se proyectaron las tasas de disminución linealmente, sin consideración del efecto de los rendimientos decrecientes. Por ejemplo, en el caso de la sustitución es impensable que el efecto de mayores costos marginales de plantación, mayor lejanía de los centros de consumo, alturas o áreas de clima donde no se dan las especies de rápido crecimiento, etc., no tendrán efecto sobre la tasa de reemplazo. Este error no es responsabilidad de la primera fase del estudio y respondería simplemente a un deficiente análisis económico.

COMENTARIOS FINALES

El efecto combinado de las dos etapas del estudio entrega resultados muy alarmantes y fuera de todo sentido para quienes tengan algún conocimiento del sector forestal. Por ejemplo, las proyecciones pronosticaban que en el caso optimista, los bosques nativos de la VI región fuera del SNASPE estarían agotados el 2002 y los de la VIII Región el 2004. Estos resultados y las serias deficiencias de metodología comentadas anteriormente, hicieron que en su oportunidad este informe fuera rechazado por el Ministerio de Agricultura, el Instituto Forestal, amplios sectores de académicos y el sector privado, para luego ser finalmente relativizado por el propio Banco Central, cuyas autoridades lo definieron como una “simulación preliminar”. Curiosamente, pese a todo estos reparos por parte de la comunidad informada, el supuesto estudio continúa siendo citado por algunos autores como si se tratara de una publicación oficial del Banco Central, sin ninguna consideración a su descrédito. Un ejemplo de ello es el Informe País del Estado del Medio Ambiente en Chile en 1999.